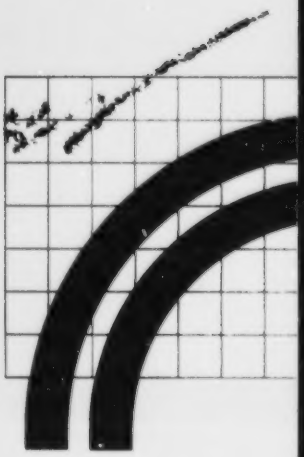
ÉTUDES ET
RECHERCHES
EN TRANSPORTS

GÉOTEXTILES: ESSAI DE TRACTION SUR BANDES LARGES

PAUL FLON
JEAN BESNER



ESSAIS
ET MATÉRIAUX

Québec

89-02951/

GÉOTEXTILES: essai de traction sur bandes larges

Dépôt légal, 3e trimestre 1987
Bibliothèque nationale du Québec
ISBN: 2-550-17896-3

Gouvernement du Québec
Ministère des Transports

FICHE ANALYTIQUE DE RAPPORT

Titre et sous-titre du rapport
Géotextiles: essai de traction sur bandes larges

N° du rapport Transports Québec
RTQ-87-10

Rapport d'étape ☐ Rapport final ☒ — An Mois Jour

N° du contrat

Auteur(s) du rapport
Jean Besner

Paul Flon

Date du début d'étude — Date de fin d'étude

Coût de l'étude

Étude ou recherche réalisée par (nom et adresse de l'organisme)
Service du laboratoire central
Division des sols et granulats
2700, rue Einstein
Sainte-Foy QC
G1P 3W8

Étude ou recherche financée par (nom et adresse de l'organisme)
Ministère des Transports du Québec
700, boul. Saint-Cyrille Est
Québec QC
G1R 5H1

But de l'étude, recherche et renseignements supplémentaires
L'essai de traction sur géotextile réalisé jusqu'à maintenant au ministère des Transports du Québec représente mal l'état de contrainte réelle imposée in situ. Il sert plutôt à l'identifier ou le différencier des autres. L'essai sur bandes larges permet de mieux déterminer ses caractéristiques mécaniques, de mesurer une bonne résistance en traction.

Résumé du rapport

L'essai a été mis au point à partir du projet de norme canadien. L'étude précise l'influence de la largeur de bande, du taux de déformation, de la masse surfacique. Le taux de déformation semble avoir peu de conséquences. 2%/min est cependant trop lent pour être pratique et économique. La largeur de bande de 500 mm est préférable à celle de 200 ou 300 mm.

Les limites de l'essai sont davantage imposées par les possibilités de l'appareillage (rigidité des mâchoires à ailettes ou résistance maximum des pas de vis) ou par le type d'essai (design des mâchoires ou mode de serrage du spécimen), que par le type de fabrication de l'étoffe (tissé ou non tissé) ou par le mode de liaison (aiguilleté ou thermolié).

Le coinçage du spécimen n'est pas assuré par un système autoserrant, mais plutôt par des boulons. Ceux-ci doivent être vissés jusqu'à un couple de torsion de 80 Nm environ, de façon à éviter les échappements et glissements.

Il a été possible de tester un non tissé aiguilleté de 550 g/m² assez résistant (27 kN/m). Pour élargir la gamme de géotextiles à tester, il est suggéré quelques modifications, en particulier la réalisation de mors en coins permettant un véritable autoserrage, voire la construction de nouvelles mâchoires.

Nbre de pages	Nbre de photos	Nbre de figures	Nbre de tableaux	Nbre de références bibliographiques	Langue du document	Autre (spécifier)
91	6	32	5	4	☒ Français ☐ Anglais	

Mots-clés
géotextile, bandes larges, résistance en traction, taux de déformation, masse surfacique, mâchoires, autoserrage, mors, boulons, échappement, non tissé.

Autorisation de diffusion
☒ Diffusion autorisée ☐ Diffusion interdite

Signature du directeur général

87 09 29
Date

1773 (85-05)

REMERCIEMENTS

Nous remerçions tout particulièrement Michel Saillant qui a assisté, participé, aidé à la mise au point, à la réalisation et à l'interprétation de tous les essais de cette étude. Nous remerçions aussi Paul-Yvon Huot pour la construction des mâchoires, ainsi que le personnel de la Division sols et granulats pour leur compréhension et leur aide.

Les auteurs

SYMBOLES

N	numéro d'essai
b	largeur de bande (mm)
t_f	temps de résistance maximum (minutes)
$\dot{\epsilon}$	taux de déformation (50 ou 10 ou 2 %/min)
F	résistance maximum du géotextile (kN)
α	résistance par unité de largeur de bande (kN/m)
α_f	résistance maximum par unité de largeur de bande (kN/m)
ϵ_1	déformation longitudinale du géotextile (%)
ϵ_{1f}	déformation longitudinale à la résistance maximum (%)
ϵ_{2f}	déformation transversale à la résistance maximum (%)
ϵ_{rf}	déformation théorique à la résistance maximum ($\epsilon_1 + \epsilon_2 + \epsilon_1\epsilon_2$) (%)
r_f	rétrécissement de la largeur à la résistance maximum (mm)
M_s	masse surfacique (g/m²) de la surface testée (200 mm x b)
M_t	masse surfacique (g/m²) de la surface totale du spécimen
μ_f	force maximum par unité de largeur et par unité de masse surfacique (N.m/g)
J_t	module tangent au point d'inflexion, de la courbe résistance versus déformation (kN/m)
ϵ_t	déformation en pourcentage, au point de résistance nulle, du module tangent au point d'inflexion, (%), sur la courbe résistance vs déformation (intersection du module tangent avec l'axe des déformations)
J_{s5}	module sécant à 5% de déformation, passant par l'origine (kN/m)
J_{s10}	module sécant à 10% de déformation, passant par l'origine (kN/m)
W_{f/A_0}	énergie de déformation (surface sous la courbe) normalisée par rapport à la surface initiale testée du spécimen (kJ/m^2): énergie surfacique
$W_{f/A_0/M_s}$	énergie de déformation normalisée par rapport à la surface initiale et par rapport à la masse surfacique (J/g)

TABLE DES MATIÈRES

FICHE ANALYTIQUE DE RAPPORT I

REMERCIEMENTS III

SYMBOLES. V

LISTE DES TABLEAUX IX

LISTE DES FIGURES XI

LISTE DES SCHÉMAS XIII

LISTE DES PHOTOS XV

INTRODUCTION. 1

CHAPITRE I: Bibliographie 3

1.1: Essais "grab test" et "strip test" 3

1.2: Essais sur bandes larges 4

1.2.1 *Généralités* 4
1.2.2 *Norme française* 5
1.2.3 *Projet de norme américain* 6
1.2.4 *Projet de norme canadien* 6

CHAPITRE II: Construction et description de l'appareillage 7

2.1: Construction des mâchoires 7

2.2: Description de l'appareillage 7

CHAPITRE III: Essais et résultats 9

3.1: Description et préparation des échantillons 9

3.2: Procédure d'essai. 10

3.2.1: *Mise en place* 10
3.2.2: *Procédure d'essai et mesures* 12
3.2.3: *Démontage, vérification* 12

TABLE DES MATIÈRES (suite)

Page

3.3 Résultats 13

3.3.1: *Localisation des déchirures* 13
3.3.2: *Description des résultats* 14
3.3.3: *Analyse des relations* 16

3.3.3.1: *Influence de la masse surfacique* 16
3.3.3.2: *Influence de la largeur de bande* 17
3.3.3.3: *Influence du taux de déformation* 17
3.3.3.4: *Courbes résistance versus déformation* . . 18

CHAPITRE IV: Discussion 21

4.1: Commentaires généraux 21

4.2: Modification du projet de norme 22

CONCLUSION 25

BIBLIOGRAPHIE 27

LISTE DES TABLEAUX

Page

1: Traction sur bandes larges, Texel 7618, résultats bruts, AF-021-86, sens II, largeur de 50 à 500 mm 31

2: Traction sur bandes larges, Texel 7618, statistiques, AF-021-86, sens II, largeur de 50 à 500 mm 32

3: Traction sur bandes larges Texel 7607, AF-028-85, sens I, largeur de 500 mm 33

4: Traction sur bandes larges, Typar 3601, AF-JB 3-86, sens I, largeur 500 mm 34

5: Traction sur bandes larges Mirafi 180, AF-007-78, sens II, largeur de 500 mm et 200 mm 35

LISTE DES FIGURES

Page

1: Résistance maximum et énergie versus masse surfacique (pour 4 géotextiles) 39

2: Résistance maximum en traction versus masse surfacique (Texel ou Typar) 40

3: Energie surfacique versus masse surfacique (Texel ou Typar) 41

4: Déformation versus masse surfacique (pour 4 géotextiles) 42

5: Déformation longitudinale versus masse surfacique (Texel ou Typar) 43

6: Déformation transversale versus masse surfacique (Texel ou Typar) 44

7: Rétrécissement et déformation théorique versus masse surfacique (pour 4 géotextiles) 45

8: Module tangent versus masse surfacique (pour 4 géotextiles) 46

9: Module tangent versus masse surfacique (Texel ou Typar). . . 47

10: Module sécant versus masse surfacique (pour 4 géotextiles) . . 48

11: Module sécant à 5 % versus masse surfacique (Texel ou Typar) 49

12: Module sécant à 10 % versus masse surfacique (Texel ou Typar) 50

13: Masse surfacique totale de l'échantillon versus masse surfacique de la bande de 100 mm de largeur (pour 4 géotextiles) 51

14: Résistance maximum, puis normalisée, versus largeur de bande (Texel et Mirafi) 52

15: Energie et énergie normalisée versus largeur de bande (Texel et Mirafi) 53

16: Déformation axiale versus largeur de bande (Texel et Mirafi) 54

LISTE DES FIGURES (suite)

		Page
17:	Déformation transversale versus largeur de bande (Texel et Mirafi)	55
18:	Module tangent versus largeur de bande (Texel et Mirafi). .	56
19:	Module sécant versus largeur de bande (Texel et Mirafi) . .	57
20:	Résistance maximum, puis normalisée, versus taux de déformation (pour 4 géotextiles).	58
21:	Energie et énergie normalisée versus taux de déformation (pour 4 géotextiles)	59
22:	Déformation axiale versus taux de déformation (pour 4 géotextiles)	60
23:	Déformation transversale versus taux de déformation (pour 4 géotextiles)	61
24:	Module tangent versus taux de déformation (pour 4 géotextiles)	62
25:	Module sécant versus taux de déformation (pour 4 géotextiles)	63
26A:	Masse surfacique versus largeur de bande	64
26B:	Masse surfacique versus taux de déformation	64
27:	Résistance versus déformation (pour 4 géotextiles).	65
28:	Résistance versus déformation (Texel 7618 ou Texel 7607). .	66
29:	Résistance versus déformation (Typar ou Mirafi)	67
30:	Résistance versus déformation pour plusieurs largeurs de bande (Texel 7618 ou Mirafi)	68
31:	Déformation transversale versus déformation longitudinale (pour 4 géotextiles)	69
32:	Déformation surfacique versus déformation longitudinale . .	70

LISTE DES SCHÉMAS

		Page
1:	Mâchoire mécanique française (500 mm)	73
2:	Mâchoire américaine (200 mm)	74
3:	Schematic drawing showing the gripping system of fabric . .	75
4:	Side view of grips	76
5:	Elevation of grips	77
6:	Plan view of grips	78
7:	Gripping bars and steel pressure bar	79
8:	Courbe effort versus allongement	80
9:	Mâchoires bandes larges (Laboratoire central)	81
10:	Mâchoire inférieure en profil (Laboratoire central)	82
11:	Mâchoire supérieure en profil (Laboratoire central)	83
12:	Mâchoire supérieure en élévation (Laboratoire central). . .	84
13:	Mâchoire inférieure ou supérieure en plan (Laboratoire central)	85
14:	Mors, goupille, barre de compression, en élévation (Laboratoire central)	86

LISTE DES PHOTOS

Page

1: Appareillage 89

2: Ensemble mors-géotextile 91

3: Goupillage des deux mâchoires 93

4: Coinçage des mors supérieurs 95

5: Mesure de rétrécissement 97

6: Chute brutale de résistance (Typar) 99

7: Démontage de l'ensemble mors-géotextile. 101

INTRODUCTION

L'emploi d'un géotextile comme armature dans les sols de faible portance et comme écran séparateur entre matériaux de granulométries différentes, suppose que ses caractéristiques ont été évaluées.

L'essai de traction par exemple permet de déterminer la force maximum à appliquer pour provoquer la rupture d'un échantillon; on peut ainsi se rendre compte que la force par unité de largeur à la rupture est influencée par le taux de chargement, par la largeur de la bande du tissu testé, ainsi que par la forme des pinces utilisées pour retenir le spécimen.

Les essais sur géotextile visent à l'identifier, le différencier des autres, ou à déterminer ses caractéristiques. L'essai de traction par arrachement "grab test" devrait ainsi permettre d'apprécier ses propriétés mécaniques; en fait, il ne représente pas l'état de contrainte réel imposé au géotextile: c'est plutôt un essai de contrôle. Si l'on veut que les résultats d'essais soient directement utilisables pour établir un bon design, il faut donc trouver un essai plus performant pour mesurer la bonne résistance en traction, avec un taux de déformation réaliste. C'est pour répondre à ce besoin que l'essai de traction sur bandes larges s'est développé ces dernières années. Une norme d'essai existe présentement en France (AFNOR NF G 38-014), et deux projets de norme sont en discussion, aux États-Unis (ASTM) et au Canada (ONGC).

Des mâchoires de traction ont été construites au Laboratoire central, sur le modèle proposé par le projet canadien. Une première série d'essais a été réalisée. Ce rapport présente les difficultés encourues, sur le montage et la procédure, donne les résultats d'essais, interprète les données et suggère quelques modifications.

CHAPITRE I

BIBLIOGRAPHIE

1.1 ESSAI "grab test" (CAN. 2-4.2 - M 77. n° 9.2) ET "strip test" (CAN. 2-4.2 M 77 n° 9.1).

Le "grab test" consiste à utiliser des mâchoires qui serrent un échantillon de 100 x 150 mm sur une surface de prise carrée de 25 mm de côté, à chaque extrémité du spécimen; les deux pinces sont espacées de 75 mm. La disposition des mâchoires sur l'étoffe (pinces quatre fois moins larges) et leur grandeur font admettre la grande hétérogénéité des contraintes et des déformations dans l'éprouvette en cours d'essai. Le résultat du test dépend de la résistance du matériau et aussi de la largeur de l'échantillon, qui entraîne, plus elle est grande, un épanouissement du champ des contraintes. La résistance d'ensemble du spécimen est alors accrue artificiellement, surestimant la résistance in situ du géotextile. La déchirure se produit toujours près des mors. Par ailleurs, la vitesse de déformation est très élevée (20 secondes soit environ 300 % par minute, comme pour le strip test) et représente mal ce qui se passe in situ.

Le "strip test", essai sur bande effilochée, impose un champ de contrainte plus représentatif, car toute la largeur du tissu (5 cm) est prise par toute la longueur de la pince (supérieure à 6,5 cm); la longueur de l'étoffe entre les deux pinces est de 15 cm. On note toutefois de nombreux inconvénients (Rigo et al 1980):

- l'hétérogénéité d'un géotextile entraîne une grande dispersion des résultats d'essais réalisés sur petits échantillons;
- la diminution de la largeur nominale causée par une forte striction, modifie beaucoup la résistance recherchée;

- les fibres situées près des pinces sur les bords du spécimen subissent une déformation latérale telle que la rupture se produit presque toujours dans cette zone;

- le découpage des bords de l'étoffe provoque une perte de résistance de ces fibres de bords, d'autant plus préjudiciable que la largeur de l'échantillon est faible;

- les vitesses de déformation sont trop élevées; en Europe, on a utilisé 50 % par minute, pour reprendre une valeur adoptée par l'industrie du textile, mais l'influence de la vitesse ne semble pas avoir été beaucoup étudiée; en géotextile, 50 %/min a même été utilisé pour l'essai de traction sur bandes larges; J.-P. Gourc montre pourtant que l'influence du taux de déformation est négligeable, entre 12,5 % et 100 % de déformation par minute.

1.2 ESSAI SUR BANDES LARGES

1.2.1 *Généralités*

L'essai sur bande mince est donc inadéquat, surtout pour une étoffe non tissée, pour connaître les caractéristiques mécaniques. L'effort de traction doit être proche de celui que subit réellement le géotextile in situ, dans le sens production ou le sens travers. Il faut en particulier que la déformation transversale soit aussi faible que possible, que l'éprouvette soit assez grande, que le rapport largeur b sur hauteur h soit assez élevé, que la vitesse de déformation soit assez faible. L'application de l'effort de traction dans une seule direction permet de réaliser un essai simple, pour trouver la résistance en traction, l'allongement à la rupture, et éventuellement un module de déformation.

Une étude réalisée en Europe au début de la décennie (Rigo 1980, Leflaive 1982) a montré que la résistance augmente avec le rapport b/h, jusqu'à environ 6,5. Il s'est avéré qu'une hauteur de 100 mm est adéquate, que le rapport b/h devrait être supérieur ou égal à 3, voire voisin de 5, pour ne pas obtenir une valeur trop faible de l'allongement

à la rupture, une valeur trop forte de la déformation transversale, une rupture trop voisine des mors ou des bords de l'éprouvette. Il est indiqué aussi qu'un allongement à la rupture corrigée ε_r peut être calculé si l'éprouvette ne s'est pas déformée transversalement, et si sa surface à la rupture est la même; elle représente mieux le véritable allongement:

$\varepsilon_r = \varepsilon_1 + \varepsilon_2 + \varepsilon_1\varepsilon_2$ et $1 + \varepsilon_r = A/A_0$ ou

ε_1 = allongement à la rupture (déformation longitudinale)

ε_2 = déformation transversale

A_0 = surface initiale de l'éprouvette

A = surface finale

1.2.2 *Norme française*

Elle porte le numéro AFNOR NFG 38-014 (septembre 1983). La largeur utile des mâchoires est égale ou supérieure à 500 mm. Tout glissement et tout cisaillement au niveau des mâchoires doivent être évités; sinon, le résultat est rejeté. La vitesse de déformation est de 50 mm/min. Le spécimen peut être conditionné en atmosphère normale ou à l'état mouillé; sa hauteur est suffisante pour que la longueur initiale entre mâchoires soit de 100 mm. Le prélèvement est effectué selon la norme NF G 38-011; le nombre d'essais est 5 dans chaque sens, 10 pour un produit nouveau.

La presse possède une traverse fixe et une traverse mobile entraînées par un système qui leur assure un parallélisme rigoureux, et qui permet de reprendre les couples importants qui peuvent résulter d'une répartition hétérogène des contraintes dans l'échantillon. Les Français ont développé deux sortes de mâchoires: des mâchoires mécaniques à coins autobloquants (schéma 1); des mâchoires hydrauliques pour une plus grande commodité d'emploi. Les mors (② schéma 1) sont crantés (pour un meilleur accrochage du tissu), en acier traité, en forme de coins, de façon à glisser sur les plaquettes ① et à serrer le géotextile proportionnellement à l'effort de traction; une tige cylindrique en acier ③ autour de laquelle on enroule le géotextile, facilite le serrage; l'item ④ (schéma 1) est un étrier poussé par 2 vis ⑤ pour pré-serrer les mors préalablement à l'essai.

L'essai conduit à donner les forces de rupture dans les deux sens, avec l'écart type ou le coefficient de variation, les résistances moyennes à la rupture, dans les deux sens, et enfin les allongements à la rupture.

1.2.3 *Projet de norme américain*

Les mâchoires américaines (schéma 2) ont 200 mm de largeur, ou 100 mm si la résistance dépasse 100 kN/m (ce qui est peu fréquent); la hauteur de l'étoffe testée est aussi de 100 mm. Le taux de déformation est de 10 % par minute. Le nombre de spécimens testés dépend du coefficient de variation obtenu au fur et à mesure que se font les essais. On admet 5 % de variation au maximum, par rapport à une moyenne établie; si le coefficient de variation ne peut être déterminé, 6 échantillons seront testés, dans chaque sens. Les mors ressemblent aux mors français. La procédure d'essai est similaire; la courbe tracée par la presse en cours d'essai (ASTM D 76) permet de calculer la résistance à la traction, la déformation des modules initial et sécant, et l'énergie à la rupture (aire sous la courbe résistance-déformation). Le projet de norme suggère de rejeter le résultat d'essai si l'étoffe a glissé de plus de 5 mm, et si on est sûr que la rupture à cet endroit n'est pas due à une faiblesse du tissu; le glissement ne doit pas être un échappement, c'est-à-dire un étirement de la membrane à l'intérieur des pinces. Les deux sens (machine et travers) doivent avoir fait l'objet d'une investigation.

1.2.4 *Projet de norme canadien*

Le projet canadien (CAN CGSB-148.1 n^{o} 7.1-M) propose pour l'instant d'étudier deux sortes de largeur, 500 mm et 200 mm. Le taux de déformation est inférieur aux taux américain et français, soit 2 % par minute. Le principe est cependant le même, si ce n'est que les mors ne sont pas en forme de coins mais de cylindres.

Les paragraphes qui suivent traitent de ce projet de norme, et analysent en partiuclier les difficultés de mise en oeuvre de l'essai, et les résultats obtenus.

CHAPITRE II

CONSTRUCTION ET DESCRIPTION DE L'APPAREILLAGE

2.1 CONSTRUCTION DES MÂCHOIRES

Les schémas 3 à 7 donnent toutes les indications fournies par le projet de norme. Nous avons donc construit les mâchoires selon ces plans, à quelques modifications près (schéma 9 à 14); les schémas 3 à 6 et 9 à 13 sont à l'échelle (1 cm pour 2,5 cm). Le matériau utilisé est de l'acier trempé, si ce n'est les mors qui sont en aluminium. Le poids de chacune est inférieur à 40 kg. Les mors ne pèsent que 1,3 kg chacun. Les plaquettes inclinées en acier épais (12,7 mm) sont les plus délicates à profiler, car leur surface doit être parfaitement lisse et plane. Les soudures ont une épaisseur de 6 mm, sauf celles qui joignent les axes des mâchoires (φ 31,75 mm) aux mâchoires, qui ont 9 mm d'épaisseur.

L'ensemble est donc assez lourd, mais demande très peu de manipulation pour être mis en place.

2.2 DESCRIPTION DE L'APPAREILLAGE (photo 1)

Il s'agit d'une mâchoire à ailettes très rigide comprenant des mors rainurés ("gripping bar" schéma 3) en forme de tige cylindrique, qui doivent glisser sur les plaquettes, entraînant ainsi l'autoserrage du géotextile. Une plaque de compression vient pousser sur un replat des mors, par l'intermédiaire des quatre boulons à haute résistance, de façon à faciliter le préserrage de l'étoffe en début d'essai. Les quatre rainures entre les mors (schéma 3) sont l'une en face de l'autre.

Ces mâchoires sont montées sur une presse électronique Instron TTD modèle 1115 (charge maximum 100 kN).

La mâchoire inférieure est encastrée, la mâchoire supérieure est articulée comme une rotule; il serait cependant préférable qu'elle soit encastrée, de façon à éviter toute inclinaison par rapport à l'autre mâchoire, sous l'influence par exemple d'une hétérogénéité de l'étoffe, ou d'une mauvaise mise en place entre les mors. Toute inclinaison provoque une mauvaise répartition des contraintes et fausse les résultats. La presse utilisée (cellule de charge) au Laboratoire central ne permet pas l'encastrement de la mâchoire supérieure; le début d'essai doit donc être minutieusement réalisé.

CHAPITRE III

ESSAIS ET RÉSULTATS

3.1 DESCRIPTION ET PRÉPARATION DES ÉCHANTILLONS

L'échantillonnage in situ et au laboratoire doit être réalisé selon la méthode d'essai CAN/CGSB-148.1 n° 1-M 85. L'échantillon reçu au laboratoire doit être correctement identifié; le sens "machine" ou "travers" doit être indiqué. La masse surfacique peut être calculée pour toute la section reçue. Deux fois cinq spécimens sont découpés en diagonale, dans les deux sens, l'un en dessous de l'autre, à l'aide d'une paire de ciseaux ou d'une lame de rasoir. La masse surfacique est redéterminée sur chaque spécimen. L'essai est réalisé dans des conditions normales de température (21 °C) et d'humidité (60 %), mais pourrait aussi s'effectuer dans d'autres conditions.

Quatre géotextiles différents ont été testés: deux produits Texel aiguilletés blancs (7607 et 7618 de la compagnie Texel), un produit Typar (3601 de Dupont Canada), et un produit Mirafi (180 de Celanese ou de Dominion Textile). Ce sont des non tissés, constitués de fibres de polyester (Texel, Mirafi) ou de polypropylène (Typar), liées mécaniquement par aiguilletage (Texel), ou thermoliées (Typar, Mirafi); les filaments de Typar sont orientés dans les sens de la longueur et de la largeur, et agglutinés à la chaleur aux points de jonction des deux sens. Les fibres Texel sont plutôt courtes, les fibres Mirafi et Typar sont plutôt longues.

Quelques caractéristiques de fibres sont précisées ci-dessous:

	Polyester	Polypropylène
Masse volumique (g/cm³)	1,38	0,92
Température de fusion (°C)	250	150
Résistance aux ultra-violets	bonne	moyenne
Résistance à l'abrasion	excellente	bonne
Reprise d'humidité (%)	0,4	0,1

Les échantillons ont été conservés aux conditions du laboratoire, dans des sacs en plastique opaques non fermés, sous la lumière électrique, pendant 1 an (Texel, Typar) ou 8 ans (Mirafi).

3.2 PROCÉDURE D'ESSAI

3.2.1 *Mise en place*

Comme la presse utilisée n'admet pas de charge excentrique, la cellule de charge ne doit pas être boulonnée au cadre de la presse. La mâchoire inférieure est d'abord posée sur la traverse de la presse, puis la mâchoire supérieure est positionnée par-dessus. Le sens d'une des mâchoires ne peut être inversé, car elles ne sont pas rigoureusement symétriques. La mâchoire supérieure est ensuite accrochée à la rotule universelle par une goupille. On abaisse la traverse mécaniquement de 4 cm environ. On oriente les mâchoires de façon à ce que leur axe soit à environ 45° de l'axe de la traverse; si les mâchoires sont perpendiculaires à la traverse, la rupture brutale du tissu entrainerait la distorsion de la traverse; si elles sont parallèles, la déchirure nette causerait une oscillation de la mâchoire supérieure et l'endommagement des côtés de la presse, des vis sans fin en particulier. La mâchoire inférieure est alors boulonnée à la traverse, à l'aide d'une rondelle tubulaire qui centre l'axe de la mâchoire dans le trou de la traverse. L'échelle de charge du graphique est ensuite calibrée.

L'emprise des mors sur l'échantillon doit être dessinée sur l'étoffe, à l'aide d'un gabarit et d'un marqueur, avant d'insérer le spécimen entre les pinces. La première paire de mors est bien positionnée sur les lignes tracées, puis centrée sur la surface de l'échantillon. Elle est ensuite fixée complètement, à l'aide d'une vis de serrage à chaque extrémité du mors. La seconde paire de mors est installée de la même façon; la distance entre les pinces doit être de 100 ± 1 mm.

L'ensemble mors-échantillon (photo 2) est introduit entre les mâchoires, alors espacées de 4 cm; on veille à ce que le tissu ne s'accroche pas sur le bord des mâchoires; le sens des mors par rapport aux mâchoires est défini, et on ne doit pas l'inverser. La pince inférieure est

centrée grâce à des repères, puis fixée; six boulons sont utilisés, entre chaque ailette, pour pousser la barre de compression sur le replat des mors, ce qui conduit au coïnçage des mors entre les plaques inclinées (schéma 3). L'étoffe peut être repliée entre la pince et une des deux plaques inclinées, comme cela est indiqué sur le schéma (et en rajoutant une bande de tissu sur l'autre partie du replat), mais cette pratique n'empêche pas plus le glissement. La traverse de la presse est ensuite descendue jusqu'à tendre légèrement le géotextile; la pince supérieure est soumise à un délicat mouvement de translation pour éliminer tous les plis dans le spécimen. L'opérateur goupille, à l'aide de deux barres verticales, les deux mâchoires ensembles (à deux endroits diamétralement opposés (photo 3)), pour pouvoir serrer les boulons de mise en place de l'étoffe dans la mâchoire supérieure sans occasionner de rotation préjudiciable. La barre de compression supérieure est alors positionnée, et on coïnce les mors supérieures avec quatre boulons (photo 4); deux autres boulons, à chaque extrémité de la mâchoire, peuvent être prévus. Le moment de serrage requis des boulons est de 60 Nm. En dernier lieu, les deux barres verticales qui goupillent les deux mâchoires sont retirées, et l'essai peut débuter.

Les boulons à haute résistance devraient servir à maintenir l'échantillon en place en début d'essai, le temps que l'autoserrage ait lieu. Il s'est avéré que les boulons devaient en fait coïncer suffisamment le tissu pendant toute la durée de l'essai, pour éviter un glissement ou un échappement. On doit donc serrer les boulons vigoureusement, par paliers successifs (de 10 Nm environ), jusqu'à ce que le couple final de torsion soit égal à 60 Nm, mesuré à l'aide d'une clef dynamométrique. Notons que la rupture de ces boulons survient à 210 Nm et que leur limite élastique se situe aux environs du tiers de cette valeur. Une mesure de la résistance des filets de la plaque a donné 176 Nm; même si les filets étaient loin de supporter un tel couple, ils s'usaient à la fatigue, et il a fallu retarauder la plaque à tous les 20 essais environs. Il pourrait être envisagé d'utiliser de plus gros boulons, et de souder un écrou sous la plaque pour compter davantage de filets. Notons enfin que la grosse

cellule de la presse admet 100 kN au maximum. Les charges maximums atteintes par nos échantillons ont été de l'ordre de 14 kN (pour la bande de 50 cm de largeur), pour un non tissé (Texel 7618), et 20 kN pour un tissé (Texpro 300).

3.2.2 *Procédure d'essai et mesures*

L'échelle de charge est choisie de façon à ce que la courbe prévue rentre correctement sur le graphe; la charge de rupture doit donc être estimée au préalable. Le pourcentage de déformation doit lui aussi être apprécié, pour afficher une bonne vitesse de déroulement du papier, et mesurer correctement des modules initiaux sécants (à 5 % et 10 % de déformation) et un module tangent au point d'inflexion de la courbe résistance-déformation. Le stylet de la table traçante est placé, dès que l'échantillon est sur le point d'être tendu. La vitesse de déformation est ensuite choisie, et restera constante tout au long de l'essai.

Le rétrécissement du spécimen est mesuré à quelques reprises avec une règle graduée (photo 5), et reporté sur le graphe aussitôt relevé; le rétrécissement à la rupture, que l'on extrapole si l'opérateur n'a pu le mesurer au bon moment, est celui qui sera utilisé pour interprétation. Le géotextile est observé pendant toute la durée de l'essai, en particulier le long des mors pour noter tout échappement ou glissement, et pour vérifier les déchirures. Il est conseillé de poursuivre l'essai au-delà de la résistance maximum, jusqu'à la rupture la plus notable, de façon à récupérer le plus d'information possible, quant au type de rupture (brutale ou non) par exemple. Les valeurs relevées sur la courbe sont la charge maximum (ou résistance maximum), la déformation à la résistance maximum, les modules et l'énergie de rupture.

3.2.3 *Démontage, vérification*

La traverse est remontée; les goupilles qui solidarisent les mâchoires sont réinsérées; les boulons sont dévissés. Avant d'extraire l'ensemble mors et géotextile, on s'assure que les deux vis en bout de mors

soient encore fortement serrées, de façon à pouvoir noter précisément, une fois déposé sur une table (photo 7), les échappements de l'étoffe en dehors de la prise des mors, ainsi que les glissements à l'intérieur des mors (si le tissu n'affleure plus au niveau du replat de la pince). L'essai doit être rejeté dans les cas suivants :

- échappement de plus de 3 mm en un point quelconque;
- glissement ou déchirure à l'intérieur des mors;
- déchirure près des mors (moins de 5 mm), à moins qu'il soit évident que la déchirure soit initialement provoquée par une faiblesse du tissu à cet endroit.
  Si une déchirure se produit près des mors sur le bord de la bande, l'essai est retenu parce que cette concentration de tension près des pinces est inévitable et doit être acceptée comme une caractéristique d'essai de la présente méthode.

3.3 RÉSULTATS

3.3.1 *Localisation des déchirures*

L'observation systématique des déchirures a permis en particulier de les situer par rapport aux mors. On peut s'attendre à ce qu'elles se produisent davantage vers le centre quand la largeur de bande est de 500 mm, puisque la grande largeur permet de tendre vers un état de déformation plane, où les effets de bords interviennent beaucoup moins que dans le "grab test" par exemple. Ce n'est pourtant pas aussi simple que cela, car la localisation des déchirures semble aussi dépendre de la masse surfacique, et dans une moindre mesure de la sorte de tissu.

Pour un géotextile épais comme le Texel 7618 (environ 550 g/m²), 95 % des déchirures se produisent près des mors (de 1 à 3 cm des mors), pour les spécimens de 500 mm de largeur. Plus la largeur diminue, plus la déchirure est proche des mors.

Pour un géotextile d'épaisseur moindre comme le Texel 7607 (240 g/m²) ou le Mirafi 180 (290 g/m²), on constate effectivement, pour 500 mm de largeur, que la majorité (75 à 100 %) des déchirures a lieu vers le centre du spécimen, en tout cas pour le Typar et le Mirafi; les déchirures

du Texel 7607 sont à peu près également réparties sur toute la surface. On rappelle que le Typar et le Mirafi sont thermoliés à fobres longues, que le Texel est aiguilleté à fibres courtes.

Ces tendances devront ĩtre précisées, car cette interprétation peut être sujette au degré d'homogénéité de la surface testée, difficile à quantifier, surtout pour les spécimens relativement épais.

Notons que le taux de déformation ne semble pas influencer la localisation des déchirures, mais par contre, un taux de déformation élevé produit davantage d'échappement. En effet, un taux élevé provoque des contraintes plus grandes, sur des fibres qui n'ont pas le temps de se réoriebter.

3.3.2 *Description des résultats*

Toutes les grandeurs mesurées au cours des essais sont identifiées par des symboles, dont la liste et les définitions figurent au début du rapport. Tous les résultats sont présentés sous forme de tableaux numérotés de 1 à 5. Pour chacun des 4 géotextiles étudiés, on a donné les résultats bruts, puis les statistiques correspondantes. De 4 à 6 essais identiques ont été réalisés pour le Texel 7618 et le Typar 3601, mais seulement lou 2 essais pour le Texel 7607 et le Mirafi 180. C'est le Texel 7618 qui a été le plus étudié (29 essais), puis le Typar (12 essais), et enfin le Texel 7607 (6 essais) et le Mirafi (5 essais). On a réalisé davantage d'essais sur des échantillons de 500 mm de large (35 essais, que de 200 mm (7 essais), ou 100 mm (5 essais) ou 50 mm (5 essais). Plusieurs taux de déformation, soit 50 %/min (français, 10 %/min (américain), et 2 %/min (canadien) ont été essayés; c'est le taux moyen (10 %/min) qui a été primé.

Nous pourrons donc préciser, pour cet essai de traction sur bandes larges, l'influence de la masse surfacique M_S, de la largeur de bande b, du taux de déformation $\dot{\varepsilon}$, sur la résistance maximum en traction α_f ou μ_f, sur l'énergie surfacique de déformation W_{f/A_e}, sur les déformations $\dot{\varepsilon}$, sur les modules tangent J_t ou sécant J_s.

Il va sans dire que ce sont les résultats du Texel 7618 qui sont les plus fiables, comme le suggère l'étude statistique: les coefficients de variation sont rarement supérieurs à 10 %, voire 5 %, à l'exception des modules sécants J_s, et de l'intersection ε_t du module tangent avec l'axe des déformations; ces valeurs sont d'une part plus difficiles à mesurer (en particulier à 5 % de déformation où les points sécants sont rapprochés) et, d'autre part, l'étoffe et les fibres s'ajustent en début d'essai, les efforts ne sont pas répartis également sur toute la largeur des pinces, à très faible déformation. Les coefficients de variation sont relativement élevés pour le Typar: 10 à 20 % en moyenne; après avoir retrouvé la façon dont les spécimens ont été découpés, nous croyons pouvoir imputer cette disparité à l'hétérogénéité du produit, d'une section du rouleau à l'autre. D'autre part, il est bon de savoir que le Typar présente parfois des variations de propriété même si la masse surfacique ne varie pas du tout. En tout état de cause, on se rappellera tout de même de la moins grande fiabilité des résultats du Typar par rapport à ceux du Texel 7618. Proportionnellement, ceux du Texel 7607 (2 essais) sont plus fiables, car les coefficients de variation se situent entre 5 et 15 %; ceux du Mirafi (2 essais) sont meilleurs pour la bande de 500 mm que pour la bande de 200 mm.

Tous les graphiques (figures 1 à 32), qui permettront d'interpréter les résultats, doivent être examinés en regard du nombre de spécimens soumis au même essai. Chaque point des figures 1 à 13 représente un essai. Chaque point des figures 14 à 26 est la moyenne de plusieurs essais, dont le nombre est indiqué vis-à-vis chaque point. Chaque courbe des figures 27 à 32 est aussi une moyenne de plusieurs courbes résistance versus déformation, dont le nombre est aussi spécifié. Pour tous ces graphiques, le taux de déformation et la largeur de bande sont signifiés. Ces graphiques sont relatifs soit aux quatre sortes de géotextiles employés, soit à une sorte parce que le nombre de données est suffisant, soit à deux sortes (Texel 7618 et Mirafi) parce que ce sont ces deux-là qui ont été examinés en fonction d'un paramètre donné; chaque figure comporte toutes ces indications.

Nous ne donnerons pas dans le texte tous les pourcentages de variation des différents paramètres étudiés pour ne pas alourdir le texte de chiffres, mais le lecteur intéressé pourra facilement les déterminer à l'aide des tableaux et des graphiques.

3.3.3 *Analyse des relations*

3.3.3.1 *Influence de la masse surfacique (figures 1 à 13)*

Les éléments suivants peuvent être extraits de cette série de graphiques:

- la résistance maximum en traction par unité de largeur de bandes α_f, et l'énergie surfacique de déformation W_{f/A_0}, sont proportionnelles, comme on peut s'y attendre, à la masse surfacique M_s, si on exclut le Typar (figure 1); celui-ci peut nécessiter une énergie qui passe du simple au double pour produire la rupture de deux spécimens de même masse surfacique;
- cette proportionnalité est respectée aussi pour un même tissu plus ou moins homogène (figures 2A et 3A), quel que soit le taux de déformation, à condition que la largeur de bande soit égale ou supérieure à 100 mm; le Typar fait toujours exception (figures 2B et 3B), en tout cas pour un taux de déformation de 10 %/min;
- la déformation longitudinale semble varier indépendamment de la masse surfacique, pour différents taux de déformation ou différentes largeurs de bande (figures 4A, 5, 7B). La déformation transversale semble varier très peu (sauf pour le Typar), quelle que soit la masse surfacique, pour tous les taux de déformation, et pour une largeur de bande donnée (figures 4B, 6, 7A). En définitive, la masse surfacique n'influence pas les déformations;
- les modules tangents et sécants ne sont pas non plus influencés par la masse surfacique (figures 8 à 12). Les figures 11A et 12A montrent une certaine orientation du groupe de points, mais elle est due à la largeur de bande: plus elle est petite, plus l'imprécision du découpage du spécimen modifie quelque peu la masse surfacique (voir aussi figure 26A).

- la figure 13 suggère que mesurer la masse surfacique sur la section de l'échantillon réellement sollicitée (M_s), ou sur la section totale de l'échantillon (M_t), ne change que très peu la valeur trouvée, quelle que soit la largeur du spécimen (figure 13B).

3.3.3.2 *Influence de la largeur de bande*

Il est clair que la force nécessaire pour étirer une bande de 500 mm est plus grande que celle qu'il faut pour en étirer une de 50 mm. C'est pourquoi nous avons rapporté la résistance en traction à la largeur de bande à la figure 14A, de façon à bien traiter de la valeur de l'essai, pour différentes largeurs de bande. On peut même normaliser à nouveau cette résistance par rapport à la masse surfacique (figure 14B), puisque celle-ci fait varier la résistance quelque peu, pour un même tissu, une même largeur de bande, un même taux de déformation (figure 1A).

La figure 14 montre que la résistance mesurée varie si b est inférieur à 200 mm, mais devient stable au-delà; elle confirme donc les résultats européens sur la plus grande fiabilité de l'essai si la largeur de bande est supérieure à 200 mm. La figure 15 sur l'énergie surfacique abonde aussi dans le même sens, même si on calcule encore 6 % de variation, entre 200 et 500 mm, comparativement à 14 % si on ne normalise pas par rapport à la masse surfacique. On pourrait imaginer que ces 6 % se produisent entre 200 et 300 mm, ou entre 200 et 400 mm, puisque la résistance se stabilise, jusqu'à 500 mm; la figure 30A le confirme aussi.

Les figures 16 à 19 signalent le même genre de tendance, pour les déformations et les modules, même si un autre point de mesure aurait été nécessaire entre 200 et 500 mm.

3.3.3.3 *Influence du taux de déformation*

On sait que le plus bas taux de déformation représentera mieux la réalité in situ. Pour un géotextile dont l'état limite se situe

à 85 ou 90 % de déformation, faire un essai à 2 %/min dure 40 à 45 minutes, celui à 10 %/min dure 8 à 9 minutes, celui à 50 %/min dure 1 à 2 minutes.

Les graphiques 20 à 25 montrent que le taux de déformation a beaucoup d'influence sur le Mirafi et le Typar; mais un ou deux essais seulement ont été réalisés pour le premier, et le deuxième a toujours présenté un comportement bizarre; il l'est encore dans cette série de figures car la variation des différents facteurs est plus grande entre 2 et 10 %/min, qu'entre 10 et 50 %/min. On peut donc penser que l'étude de cette influence devrait être reprise pour d'autres géotextiles thermoliés.

Par contre, le taux de déformation semble avoir relativement peu d'influence sur les Texel, non tissés aiguilletés, même si là encore, la variation est un petit peu plus grande entre 2 et 10 %/min, qu'entre 10 et 50 %/min.

Le taux de déformation adéquat est donc une question de décision, davantage de coût du temps d'essai que de représentativité du taux de déformation.

3.3.3.4 *Courbes résistance versus déformation*

Les figures 27 à 30 présentent des courbes résistance versus déformation, pour les différents géotextiles (figure 27), pour différents taux de déformation (figures 28 et 29) de chacun des tissus, pour différentes largeurs de bandes (figure 30) du Texel 7618 et du Mirafi. Chaque courbe est une moyenne de plusieurs essais, le nombre d'essais étant indiqué pour chacune.

La figure 27 permet de comparer le comportement des quatre géotextiles utilisés pour cette étude: les aiguilletés s'allongent davantage que les thermoliés avant d'atteindre leur résistance maximum; les thermoliés l'atteignent rapidement, mais la tiennent longtemps, c'est-à-dire qu'ils acceptent une grande déformation avant que leur résistance ne chute brutalement sur toute la largeur de la bande (Typar, photo 6), ou diminue progressivement (Mirafi); les Texel

se rompent localement, puis la résistance décroît rapidement. L'état limite (point de résistance maximum), se situe en général entre 70 et 95 % de déformation.
On notera enfin que la résistance maximum atteinte n'est pas uniquement fonction de la masse surfacique, mais sans doute aussi du mode de liaison des fibres: le Texel 7618 est certes plus épais (525 g/m²) et plus résistant, mais le Typar (205 g/m²) est plus résistant que le Texel 7607 (235 g/m²), qui est lui-même équivalent au Mirafi (290 g/m²). Ces observations devront cependant être étayées par d'autres études.

Les figures 28 et 29 confirment (paragraphe 4.3.3.3) que le taux de déformation a relativement peu d'importance. La résistance maximum obtenue est cependant légèrement moindre à faible taux qu'à fort taux, et se produit à une déformation légèrement plus faible pour un taux de 2 %/min que pour un taux de 50 %/min.

La figure 30 donne l'influence de la largeur de bande, pour le Texel 7618 surtout, et pour le Mirafi. Rappelons que la résistance α est rapportée à la largeur de bande, ce qui permet d'affirmer que la résistance maximum est nettement sous-estimée pour les faibles largeurs de bande. L'allure des courbes nous renseigne aussi (paragraphe 4.3.3.2) sur les variations de l'énergie (surface sous la courbe), des déformations (pour atteindre une même résistance), et de module (le module tangent varie très peu), en fonction de la largeur de bande.

Les figures 31 et 32 apportent des informations sur la capacité des géotextiles à se déformer. Le graphe 31A compare les tissus entre eux, et montre que, pour une même déformation longitudinale, le Typar est celui dont la déformation transversale est la plus faible durant tout l'essai; vient ensuite le Mirafi, puis le Texel 7607 et enfin le Texel 7618; les Texel se déforment beaucoup en début d'essai. Bien sûr (figure 31B), la bande de 50 mm se rétrécit relativement plus que la bande de 500 mm. La figure 32 donne la variation de toute la surface du spécimen. Le graphe 32A donne la variation de surface des quatre géotextiles, pour 500 mm de largeur. Les figures 31A et 32A (figure 27 aussi) signalent que certains géotextiles se déforment davantage que d'autres, surtout dans la première phase de l'essai (figure 31A), et qu'ils présentent souvent une résistance résiduelle après passage à l'état limite (Texel, Mirafi), comparativement aux autres dont la résistance chute brutalement (Typar). Le graphe 32B confirme encore la supériorité de l'essai sur bandes larges.

CHAPITRE IV

DISCUSSION

4.1 COMMENTAIRES GÉNÉRAUX

L'essai de traction sur bandes larges pratiqué au Laboratoire central pour cette étude, est basé sur un projet de norme canadien; le design de mâchoires a été repris. Les difficultés de mise au point de l'essai et l'analyse des premiers résultats suggèrent les commentaires principaux suivants:

1) L'autoserrage du spécimen n'est réalisé que très partiellement, par l'angle de plaques inclinées en acier épais. Les mors, qui devraient glisser le long de ces plaques et serrer de plus en plus l'étoffe, proportionnellement à l'effort de traction, ne font que rouler puisqu'ils sont cylindriques. La répartition de la contrainte sur la surface de serrage est donc inégale, plus concentrée sur la partie externe qu'interne; le serrage de l'étoffe étant progressif à l'intérieur des mors, le poinçonnement moindre du tissu sur le côté interne l'empêche sans doute de se déchirer systématiquement près des mors, ce qui peut être un avantage.

   Le serrage est plutôt assuré par les quatre boulons (schéma 3), qui maintiennent le géotextile en place, par l'intermédiaire de la barre de compression. Si ces boulons ne sont pas bloqués, mais simplement vissés pour positionner adéquatement l'échantillon en début d'essai, les mors (gripping bars) ne coïncent pas suffisamment l'étoffe qui se met à glisser en cours d'essai. Recoïncer le tissu entre sa plaque inclinée et les mors n'empêche pas ce glissement.

   Nous suggérons donc d'envisager l'utilisation de mors en coins, qui ressembleraient au design proposé par le ministère de l'Equipement (France).

2) Le coinçage étant assuré par les boulons et non par le système autoserrant, les efforts ne sont pas uniformément répartis, et certaines pièces (mors et barre de compression) ne restent pas parfaitement rectilignes, malgré l'épaisseur des aciers. On peut visualiser cette mauvaise répartition par des marques de serrage sur les lignes de contact des mors, et tout simplement aussi par le glissement du géotextile à certains endroits, en particulier aux deux extrémités des pinces. En fait, même si l'effort est relativement bien réparti par l'intermédiaire des boulons et de la barre de compression, le géotextile n'est vraiment parfaitement coincé qu'aux niveaux des ailettes (un essai sur feuille de carbone peut le prouver, ou parfois des observations d'échappement entre deux ailettes); les plaques inclinées ne sont donc pas parfaitement rigides.

3) Une attention particulière doit être portée à l'échantillonnage, quant à la représentativité et la surface nécessaire (longueur selon le nombre d'essais X largeur totale du rouleau), pour toute étude spéciale en laboratoire. Le prélèvement doit suivre la norme canadienne par exemple, c'est-à-dire sélectionner des spécimens sur toute la largeur du rouleau, de façon à ce que deux spécimens ne contiennent pas les mêmes fibres de chaîne ou de trame.

4.2 MODIFICATIONS DU PROJET DE NORME

- Quelques modifications mineures ont été apportées aux mâchoires (boulons supplémentaires aux extrémités de la mâchoire inférieure, vis aux deux bouts des pinces), pour pouvoir réaliser les essais dans de meilleures conditions. Il a tout de même été possible de tester des géotextiles non tissés assez résistants (jusqu'à 27 kN/m, pour une masse surfacique de l'ordre de 550 g/m^2).
- Cette étude ne montre pas la nécessité d'imposer un faible taux de déformation (2 %/min), qui conduit à un temps d'essai sans doute trop long dans la pratique courante (deux jours de travail environ

pour une personne par 10 essais); 10 %/min serait une bonne moyenne (une journée de travail) et présente l'avantage d'être adopté par l'ASTM; 50 %/min, valeur choisie par les Français, ne semble pas présenter d'inconvénient non plus, même si ça influence un peu plus les résultats de l'essai sur bande de 500 mm.

- Le rajout d'un boulon supplémentaire aux extrémités de chaque mâchoire pourrait être avantageusement remplacé par un espacement des ailettes de 125 mm au lieu de 100 mm: la distribution de la charge sur la barre de compression et sur les mors serait sans doute plus uniforme, surtout aux extrémités, et il serait plus facile de visser les boulons. Comme il s'agit alors de reconstruire des mâchoires, il est préférable de resurfacer les plaques inclinées, appliquer un acier spécial très lisse, fabriquer des mors en coins, et retrouver un effet d'autoserrage.

- Les filets des boulons devraient être lubrifiés pour économiser l'énergie et le temps de serrage; le diamètre des boulons pourrait être augmenté pour moins solliciter les filets de la plaque, ou un écrou pourrait être soudé sur la plaque au niveau de chaque boulon. Les boulons doivent être en acier à haute résistance, et doivent être filetés sur toute leur longueur (4,5 à 5,0 cm). Le serrage des boulons devrait se faire à l'aide d'une clé pneumatique.

- Un gabarit devra être prévu pour découper le spécimen à la bonne largeur, et pour tracer sur l'étoffe les lignes à 100 mm délimitant l'espacement des pinces.

CONCLUSION

Cette étude aura permis de mettre au point une méthode d'essai pour la traction de bandes larges de géotextiles, basée sur le projet de norme canadien, et d'en connaître ses limites et insuffisances. Elle confirme par ailleurs les résultats de certaines études françaises, et précise pour la méthode adoptée, l'influence de divers facteurs, comme la largeur de bande ou le taux de déformation.

Ce travail a porté sur des géotextiles non tissés, ce qui ne veut pas dire que des tissés ne peuvent être testés par cette méthode. La limite est davantage imposée par les possibilités de l'appareillage (la rigidité des mâchoires à ailettes et la résistance maximum des pas de vis) que par le type de fabrication de l'étoffe (tissé ou non tissé) ou par le mode de liaison (aiguilleté ou thermolié). Le design des mâchoires et la manière de serrer le spécimen limitent la validité de l'essai à des géotextiles pas trop résistants, et influent sur les possibilités d'échappement et de glissement au niveau des mors, et peut-être aussi sur le mode de déchirure. Nous avons pu tout de même tester un non tissé aiguilleté de 550 g/m^2 assez résistant (27 kN/m); le géotextile tissé étant plus résistant en général, sa masse surfacique admissible est moindre.

Le coinçage du spécimen n'est pas assuré par un système autoserrant, mais plutôt par des boulons: ceux-ci doivent donc être vissés de façon qu'il n'y ait pas d'échappement ou de glissement, jusquà un couple de torsion maximum de 80 Nm environ.

Pour élargir la gamme de géotextiles à tester, nous procédons à quelques modifications sur les mâchoires et le mode d'essai, et nous suggérons la construction de mors en coins permettant un véritable autoserrage, quitte à reconstruire des nouvelles mâchoires.

Le taux de déformation semble avoir peu de conséquences; 2 %/min est cependant trop lent pour être pratique, 10 %/min serait une bonne moyenne. Pour une longueur de 100 mm, un spécimen de 500 mm de largeur apparaît nécessaire pour représenter adéquatement la réelle tension subie in situ.

Le Laboratoire central va donc tenter d'implanter davantage le principe de cet essai, ce qui ne se fera que progressivement, puisque la normalisation n'est pas effective encore, et qu'aucune valeur maximum limite de résistance à la rupture ne peut encore être admise, faute de référence sur le chantier.

BIBLIOGRAPHIE

GOURC, J.P., 1982. Quelques aspects du comportement des géotextiles en mécanique des sols. Thèse Docteur es Sciences. IRIGM. Grenoble, France.

LEFLAIVE,E. et al, 1982. La mesure des caractéristiques de traction en vue des applications pratiques. 2nd International Conference on Geotextiles. Las Vegas. U.S.A..

NFG 38.014, 1983. Détermination de la résistance à la traction et de la déformation à l'effort maximal.

RIGO, J.M., PERFETTI J., 1980. Nouvelle approche de la mesure de la résistance à la traction des géotextiles non tissés. Bulletin liaison P. et C. nº 107.

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Traction sur bandes larges, Texel 7618, résultats bruts, AF 021-86, sens II, largeur de 50 à 500 mm.

N	b (mm)	$\dot{\epsilon}$ (%/min)	t_f (min)	M_s (g/m²)	α_f (kN/m)	μ_f (Nm/g)	ϵ_{1f} (%)	ϵ_{2f} (%)	ϵ_{rf} (%)	r_f (mm)	J_t (kN/m)	ϵ_t (%)	J_{5s} (kN/m)	J_{s10} (kN/m)	W_f/A_o (kJ/m²)
5	500	50	1.75	532.0	24.24	45.56	87.3	13	63.0	66	36.3	12	17.0	18.0	10.09
43	500	50	1.74	536.8	24.62	45.86	86.8	12	64.4	62	38.2	15	11.1	14.2	9.83
50	500	50	1.96	550.4	26.68	48.47	98.0	13	72.3	67	36.8	16	10.3	12.7	12.26
51	500	50	1.78	537.6	25.80	47.99	89.0	13	64.4	68	38.1	14	10.8	14.1	10.88
6	500	10	8.90	552.6	24.62	44.55	89.0	13	64.4	65	34.6	9	13.3	16.9	10.84
7	500	10	8.90	563.0	26.10	46.36	89.0	13	64.4	65	36.7	12	13.6	16.8	11.54
44	500	10	8.36	532.6	23.54	44.20	83.6	12	61.6	60	40.5	14	13.2	16.0	9.79
45	500	10	8.64	537.8	25.02	46.52	86.4	12	64.0	60	37.7	12	14.0	17.1	10.43
52	500	10	9.40	544.8	25.50	46.81	94.0	13	68.8	64	35.7	15	10.4	12.0	11.12
53	500	10	8.57	547.8	24.92	45.49	85.7	12	63.4	60	36.8	11	12.4	15.6	10.08
9	500	2	43.70	547.4	25.50	46.58	87.4	12	64.9	60	37.5	10	17.3	19.8	11.05
10	500	2	41.00	539.6	23.34	43.25	82.0	12	60.2	58	37.4	13	11.1	15.7	8.96
46	500	2	42.40	551.4	25.80	46.79	84.8	12	62.6	60	40.0	12	17.1	20.0	10.62
47	500	2	41.80	531.4	23.26	43.77	83.6	13	59.7	68	34.8	11	13.9	17.6	9.27
11	200	10	8.72	519.0	23.79	45.84	87.2	28	34.8	56	38.5	19	12.2	12.2	9.15
12	200	10	8.47	502.0	23.06	45.93	84.7	28	33.0	56	38.1	18	12.4	13.4	8.63
55	200	10	9.15	501.5	22.96	45.77	91.5	29	36.0	58	33.7	20	6.8	10.2	9.45
56	200	10	8.88	503.5	23.06	45.79	88.8	27	37.8	54	36.6	20	8.9	11.1	9.05
57	200	10	8.98	514.5	23.79	46.24	89.8	28	36.7	56	37.3	19	10.7	11.9	9.69
13	100	10	8.27	490.0	21.58	44.04	82.7	52	-12.3	52	38.5	23	10.9	10.9	7.28
14	100	10	8.92	520.0	22.86	43.96	89.2	53	-11.1	53	39.6	24	10.2	10.2	8.57
58	100	10	9.20	489.0	21.09	43.13	92.0	54	-11.7	53	34.8	26	9.1	10.2	8.15
59	100	10	8.93	491.0	20.80	42.36	89.3	52	-9.1	52	35.4	25	7.9	9.3	7.82
62	100	10	9.47	490.0	20.40	41.63	94.7	54	-10.4	54	34.7	28	8.6	7.7	7.92
60	50	10	9.93	484.0	21.38	44.17	99.3	72	-44.2	36	35.5	33	7.1	7.4	8.40
61	50	10	8.77	506.0	20.62	40.75	87.7	73	-49.3	36	37.5	30	7.2	7.8	6.85
63	50	10	9.93	504.0	19.22	38.13	99.3				30.5	33	6.7	5.8	7.43
64	50	10	9.72	499.4	20.20	40.45	97.2				34.0	33	6.8	6.2	7.61
65	50	10	9.83	536.0	21.38	39.89	98.3				35.5	34	6.4	6.8	8.09

Tableau 2 : Traction sur bandes larges, Texel 7618, statistiques, AF-021-86, sens II, largeur de 50 à 500 mm

	M_s	α_f	μ_f	ε_{1f}	ε_{2f}	r_f	ε_{rf}	J_t	ε_t	J_{5s}	$J_{5\,10}$	W_{f/A_0}
	(g/m²)	(kN/m)	(Nm/g)	(%)	(%)	(mm)	(%)	(kN/m)	(%)	(kN/m)	(kN/m)	(kJ/m²)
taux de déformation: 50%/min	largeur de bande: 500mm											
nombre de spécimens	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
moyenne	539.2	25.34	46.97	90.3	12.8	66.0	65.8	37.4	14.3	12.3	14.8	10.77
écart type	7.87	1.12	1.47	5.24	0.50	4.23	2.63	0.95	1.71	3.15	2.27	1.09
coef.de variation (%)	1.46	4.40	3.13	5.80	3.92	6.40	4.00	2.54	11.98	25.62	15.41	10.15
int.de confiance (95%)	12.5	1.8	2.3	8.3	0.8	6.7	4.2	1.5	2.7	5.0	3.6	1.7
taux de déformation: 10%/min	largeur de bande: 500mm											
nombre de spécimens	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
moyenne	546.4	24.95	45.66	88.0	12.5	64.4	62.3	37.0	12.2	12.8	15.7	10.63
écart type	10.80	0.86	1.09	3.61	0.55	2.38	2.58	2.02	2.14	1.30	1.92	0.66
coef.de variation (%)	1.98	3.46	2.39	4.11	4.38	3.69	4.14	5.45	17.56	10.12	12.19	6.17
int.de confiance (95%)	11.3	0.9	1.1	3.8	0.6	2.5	2.7	2.1	2.2	1.4	2.0	0.7
taux de déformation: 2%/min	largeur de bande: 500mm											
nombre de spécimens	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
moyenne	542.5	24.48	45.10	84.5	12.3	61.9	61.5	37.4	11.5	14.9	18.3	9.98
écart type	8.85	1.36	1.85	2.28	0.50	2.40	4.43	2.12	1.29	2.95	2.03	1.01
coef.de variation (%)	1.63	5.57	4.09	2.70	4.08	3.88	7.21	5.67	11.23	19.84	11.12	10.16
int.de confiance (95%)	14.1	2.2	2.9	3.6	0.8	3.8	7.1	3.4	2.1	4.7	3.2	1.6
taux de déformation: 10%/min	largeur de bande: 200mm											
nombre de spécimens	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
moyenne	508.1	23.33	45.91	88.4	28.0	35.6	56.0	37.2	19.2	10.2	11.8	9.19
écart type	8.09	0.42	0.19	2.59	0.71	1.85	1.41	1.13	0.84	2.36	1.20	0.40
coef.de variation (%)	1.59	1.81	0.42	2.93	2.53	5.19	2.53	3.04	4.36	23.17	10.21	4.39
int.de confiance (95%)	10.0	0.5	0.2	3.2	0.9	2.3	1.8	1.4	1.0	2.9	1.5	0.5
taux de déformation: 10%/min	largeur de bande: 100mm											
nombre de spécimens	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
moyenne	496.0	21.35	43.03	89.6	53.0	-10.9	52.8	36.6	25.2	9.3	9.7	7.95
écart type	13.44	0.95	1.04	4.46	1.00	1.22	0.84	2.29	1.92	1.21	1.23	0.47
coef.de variation (%)	2.71	4.45	2.41	4.98	1.89	-11.1	1.58	6.25	7.63	12.95	12.78	5.91
int.de confiance (95%)	16.7	1.2	1.3	5.5	1.2	1.5	1.0	2.8	2.4	1.5	1.5	0.6
taux de déformation: 10%/min	largeur de bande: 50mm											
nombre de spécimens	5	5	5	5	2	2	2	5	5	5	5	5
moyenne	505.9	20.56	40.68	96.4	72.5	-46.8	36.0	34.6	32.6	6.8	6.8	7.68
écart type	18.92	0.90	2.20	4.92	0.71	3.62	0.00	2.61	1.52	0.32	0.82	0.60
coef.de variation (%)	3.74	4.40	5.41	5.10	0.98	-7.75	0.00	7.54	4.65	4.69	12.13	7.85
int.de confiance (95%)	23.5	1.1	2.7	6.1	6.4	32.6	0.0	3.2	1.9	0.4	1.0	0.7

Tableau 3 : Traction sur bandes larges Texel 7607
AF-028-85, sens I, largeur de 500 mm

A) Résultats bruts

N	b (mm)	$\dot{\epsilon}$ (%/min)	t_f (mn)	M_s (g/m²)	σ_f (kN/m)	μ_f (Nm/g)	ϵ_{1f} (%)	ϵ_{2f} (%)	ϵ_{rf} (%)	r_f (mm)	J_t (kN/m)	ϵ_t (%)	J_{ss} (kN/m)	J_{sie} (kN/m)	W_f/A_e (kJ/m²)
16	500	50	1.83	252.2	10.00	39.6510	91.3	12	68.3	62	16.1	19		3.5	4.11
17	500	50	1.80	229.0	9.26	40.4366	90.0	12	67.2	58	15.4	19		3.2	3.78
18	500	10	8.55	251.2	10.20	40.6050	85.5	12	63.2	59	16.8	16	4.8	5.5	4.04
19	500	10	8.60	203.0	8.20	40.3940	86.0	11	65.5	54	13.5	17	3.1	3.4	3.22
20	500	2	45.60	265.0	10.40	39.2452	91.2	12	68.3	58	16.3	18	3.2	3.8	4.34
21	500	2	40.20	222.8	8.18	36.7145	80.4	11	60.6	55	13.9	16	4.2	4.5	2.93

B) Statistiques

taux de deformation: 50%/min												
nombre de specimens	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0	2	2
moyenne	240.6	9.63	40.04	90.7	12.0	67.8	60.0	15.8	19.0		3.4	3.95
ecart type	16.40	0.52	0.56	0.92	0.00	0.81	2.83	0.49	0.00		0.21	0.23
coef.de variation (%)	6.82	5.43	1.39	1.01	0.00	1.19	4.71	3.14	0.00		6.33	5.91
int.de confiance (95%)	147.4	4.7	5.0	8.3	0.0	7.3	25.4	4.4	0.0		1.9	2.1
taux de deformation: 10%/min												
nombre de specimens	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
moyenne	227.1	9.20	40.50	85.8	11.5	64.4	56.5	15.2	16.5	4.0	4.5	3.63
ecart type	34.08	1.41	0.15	0.35	0.71	1.63	3.54	2.33	0.71	1.20	1.48	0.58
coef.de variation (%)	15.01	15.37	0.37	0.41	6.15	2.53	6.26	15.40	4.29	30.43	33.37	16.02
int.de confiance (95%)	306.2	12.7	1.3	3.2	6.4	14.6	31.8	21.0	6.4	10.8	13.3	5.2
taux de deformation: 2%/min												
nombre de specimens	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
moyenne	243.9	9.29	37.98	85.8	11.5	64.4	56.5	15.1	17.0	3.7	4.2	3.64
ecart type	29.84	1.57	1.79	7.64	0.71	5.44	2.12	1.70	1.41	0.71	0.49	1.00
coef.de variation (%)	12.23	16.90	4.71	8.90	6.15	8.45	3.75	11.24	8.32	19.11	11.93	27.49
int.de confiance (95%)	268.1	14.1	16.1	68.6	6.4	48.9	19.1	15.2	12.7	6.4	4.4	9.0

Tableau 4 : Traction sur bandes larges, Typar 3601
AF-JB 3-86, sens I, largeur 500 mm

A) Résultats bruts

N	b (nm)	$\dot{\epsilon}$ (%/min)	t_f (mn)	M_s (g/m²)	σ_f (kN/m)	μ_f (Nm/g)	ϵ_{1f} (%)	ϵ_{2f} (%)	ϵ_{rf} (%)	r_f (mm)	J_t (kN/m)	ϵ_t (%)	J_{5s} (kN/m)	$J_{5\%}$ (kN/m)	$W_{f/A}$ (kJ/m²)
32	500	50	1.41	204.0	15.20	74.51	70.5	7	58.6	33	168.2	2	94.2	81.2	8.48
33	500	50	1.68	209.2	15.76	75.33	84.0	8	69.3	37	168.2	3	90.6	79.8	10.65
37	500	50	1.15	202.0	11.62	57.52	57.5	5	49.6	25	147.2	4	38.0	62.0	5.06
41	500	50	1.09	199.8	10.26	51.35	54.3	7	43.5	35	113.6	0	91.8	66.4	4.54
30	500	10	7.14	199.0	14.36	72.16	71.4	7	59.4	35	186.9	2	105.1	81.2	8.33
31	500	10	7.17	195.2	14.12	72.34	71.7	7	59.7	35	190.9	2	103.9	80.3	8.11
36	500	10	5.27	200.8	10.44	51.99	52.7	5	45.1	25	141.3	2	85.1	63.6	4.34
40	500	10	5.80	200.6	11.04	55.03	58.0	6	48.5	29	154.2	1	87.5	67.4	5.11
34	500	2	42.00	212.6	14.06	66.13	84.0	9	67.4	45	163.5	1	100.1	76.6	9.58
35	500	2	36.60	208.8	12.86	61.59	73.2	6	62.8	35	188.7	1	106.6	79.1	7.82
38	500	2	46.40	209.6	14.08	67.18	92.8	7	79.3	36	168.2	3	90.6	72.7	10.55
42	500	2	36.00	207.2	12.36	59.65	72.0	7	60.0	37	154.2	2	79.3	67.4	7.15

B) Statistiques

taux de deformation: 50%/min												
nombre de specimens	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
moyenne	203.8	13.21	64.68	66.6	6.8	55.2	32.5	149.3	2.3	78.7	72.4	7.18
ecart type	4.02	2.69	12.10	13.57	1.26	11.22	5.26	25.78	1.71	27.14	9.60	2.90
coef.de variation (%)	1.97	20.36	18.70	20.38	18.64	20.31	16.18	17.27	75.90	34.51	13.27	40.34
int.de confiance (95%)	6.4	4.3	19.2	21.6	2.0	17.8	8.4	41.0	2.7	43.2	15.3	4.6
taux de deformation: 10%/min												
nombre de specimens	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
moyenne	198.9	12.49	62.88	63.5	6.3	53.2	31.0	168.3	1.8	95.4	73.1	6.47
ecart type	2.59	2.04	10.89	9.60	0.96	7.50	4.90	24.39	0.50	10.56	8.95	2.04
coef.de variation (%)	1.30	16.32	17.32	15.13	15.32	14.10	15.80	14.49	28.57	11.07	12.24	31.57
int.de confiance (95%)	4.1	3.2	17.3	15.3	1.5	11.9	7.8	38.8	0.8	16.8	14.2	3.3
taux de deformation: 2%/min												
nombre de specimens	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
moyenne	209.6	13.34	63.64	80.5	7.3	67.4	38.3	168.7	1.8	94.2	74.0	8.77
ecart type	2.26	0.87	3.60	9.82	1.26	8.53	4.57	14.58	0.96	11.88	5.10	1.57
coef.de variation (%)	1.08	6.50	5.65	12.19	17.36	12.66	11.96	8.64	54.71	12.62	6.90	17.86
int.de confiance (95%)	3.6	1.4	5.7	15.6	2.0	13.6	7.3	23.2	1.5	18.9	8.1	2.5

Tableau 5 : Traction sur bandes larges Mirafi 180
AF-007-78, sens II, largeur de 500 mm et 200 mm

(A) Résultats bruts

N	b	$\dot{\varepsilon}$	t	M_s	α_f	μ_f	ε_{1f}	ε_{2f}	ε_{rf}	r	J_t	ε_t	J_{5s}	J_{s10}	W_{f/A_0}
	(mm)	(%/min)	(mn)	(g/m²)	(kN/m)	(Nm/g)	(%)	(%)	(%)	(mm)	(kN/m)	(%)	(kN/m)	(kN/m)	(kJ/m²)
29	500	50	2.04	293.2	10.50	35.8117	102.0	12	77.8	60	74.0	2	38.1	44.6	8.56
15	500	10	6.60	283.4	8.68	30.6280	66.0	10	49.4	48	70.1	1	56.1	46.2	4.46
22	500	10	8.15	301.4	9.42	31.2541	81.5	11	61.5	55	72.7	1	59.5	47.3	6.13
23	200	10	8.75	281.5	7.73	27.4422	87.5	27	36.9	53			52.0	38.1	5.43
24	200	10	12.50	290.5	9.57	32.9259	125.0	33	50.8	66	80.8	0	65.4	47.4	5.04

B) Statistiques

taux de deformation: 50%/min	largeur de bande: 500mm											
nombre de specimens	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
moyenne	293.2	10.50	35.81	102.0	12.0	77.8	60.0	74.0	2.0	38.1	44.6	8.56
ecart type												
coef.de variation (%)												
int.de confiance (95%)												

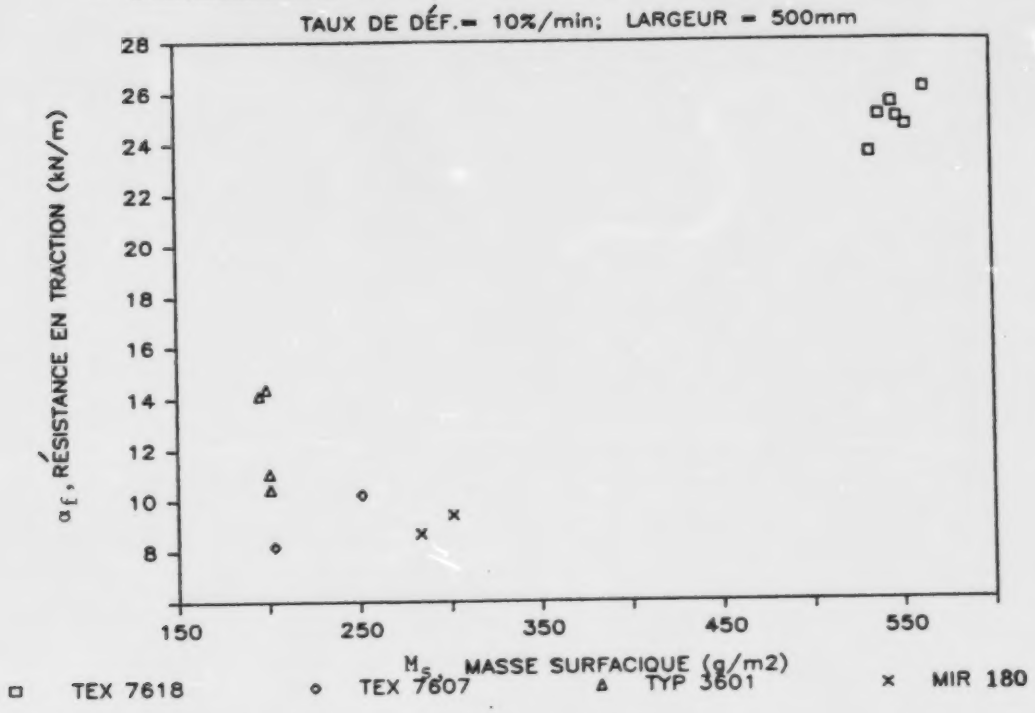
taux de deformation: 10%/min	largeur de bande: 500mm											
nombre de specimens	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
moyenne	292.4	9.05	30.94	73.8	10.5	55.5	51.5	71.4	1.0	57.8	46.8	5.30
ecart type	12.73	0.52	0.44	10.96	0.71	8.58	4.95	1.84	0.00	2.40	0.78	1.18
coef.de variation (%)	4.35	5.78	1.43	14.86	6.73	15.47	9.61	2.57	0.00	4.16	1.66	22.32
int.de confiance (95%)	114.4	4.7	4.0	98.5	6.4	77.1	44.5	16.5	0.0	21.6	7.0	10.6

taux de deformation: 10%/min	largeur de bande: 200mm											
nombre de specimens	2	2	2	2	2	2	2	1	1	2	2	2
moyenne	286.0	8.65	30.18	106.3	30.0	43.8	59.5	80.8	0.0	58.7	42.8	5.23
ecart type	6.36	1.30	3.88	26.52	4.24	9.81	9.19			9.48	6.58	0.28
coef.de variation (%)	2.23	15.05	12.85	24.96	14.14	22.39	15.45			16.14	15.38	5.27
int.de confiance (95%)	57.2	11.7	34.8	238.2	38.1	88.1	82.6			85.1	59.1	2.5

LISTE DES FIGURES

FIGURE 1: Résistance maximum et énergie versus masse surfacique (pour 4 géotextiles)

A) Résistance en traction maximum par unité de largeur de bande



B) Energie surfacique

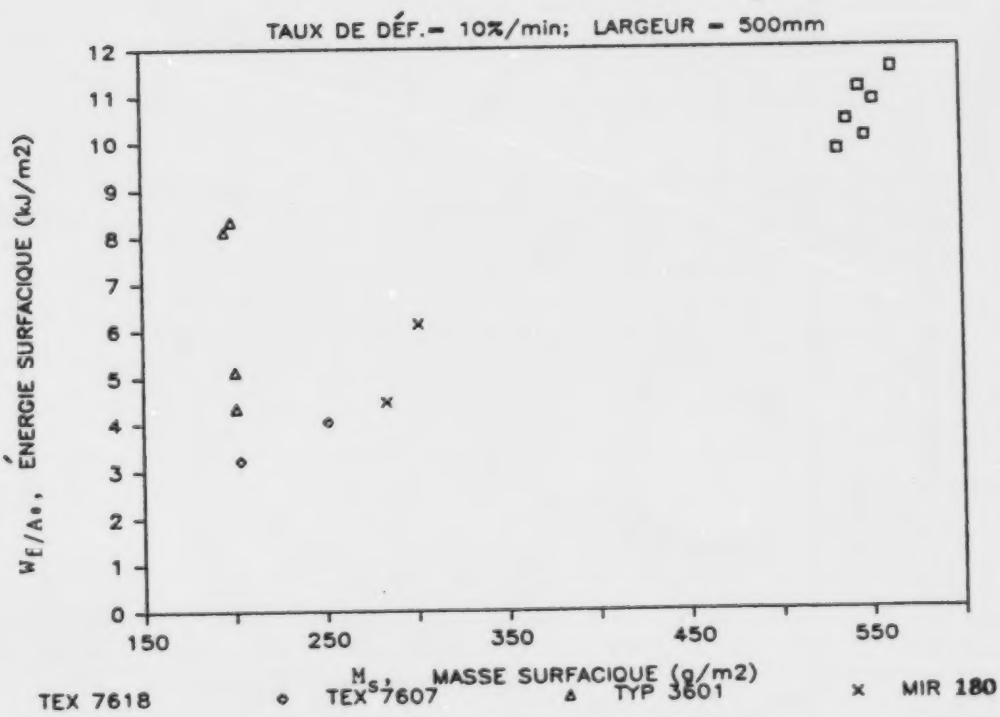
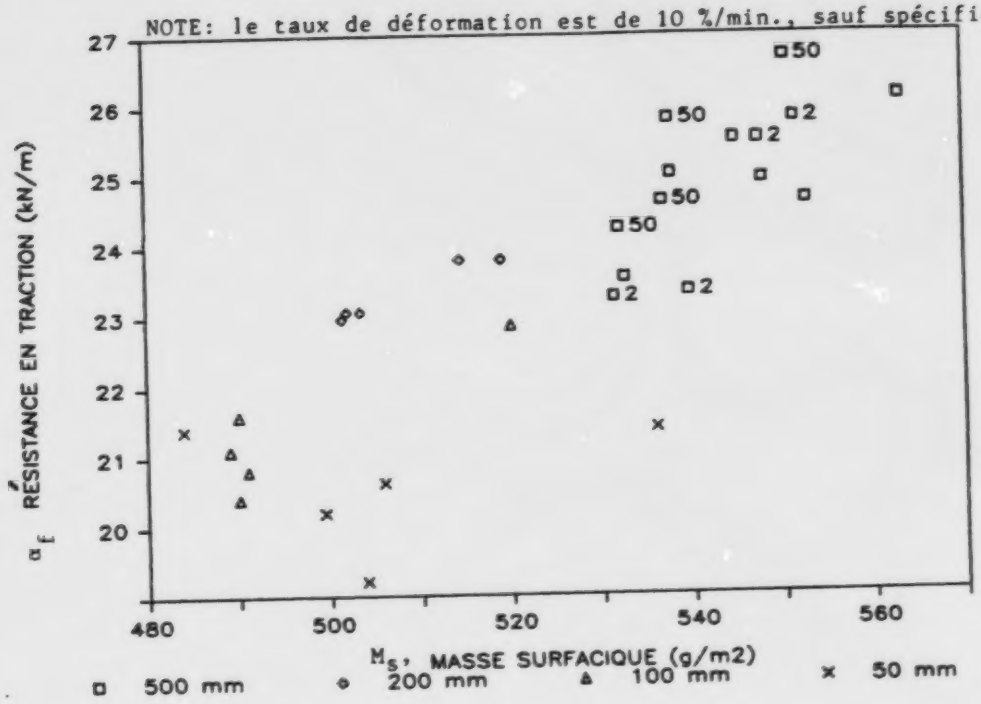


FIGURE 2: Résistance maximum en traction versus masse surfacique (Texel ou Typar)

A) Texel 7618, sens II



B) Typar 3601, sens I, largeur 500 mm

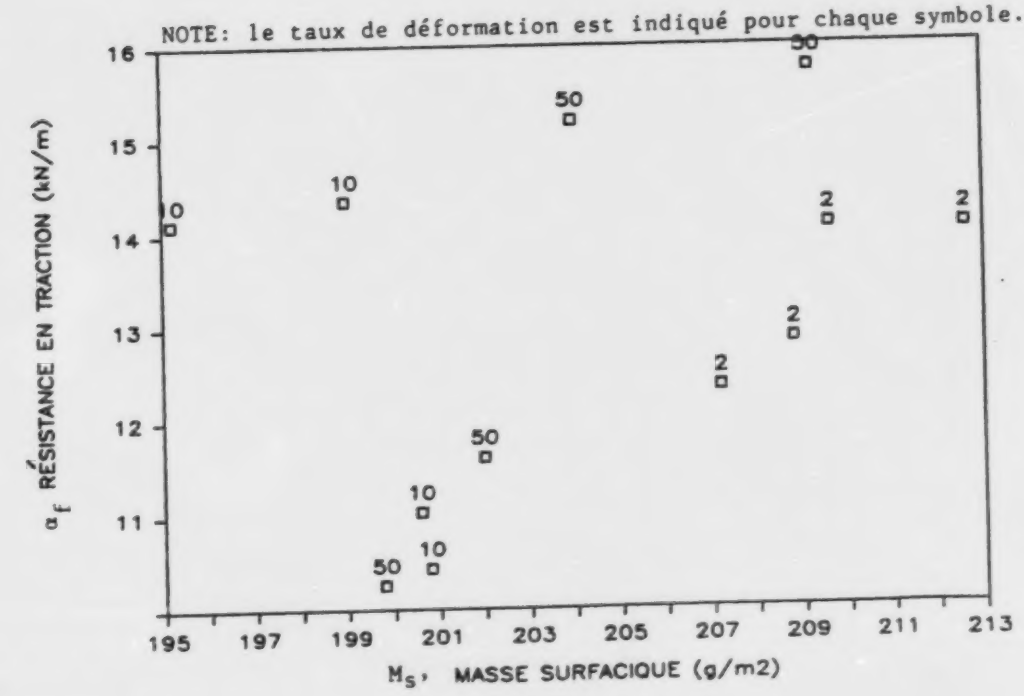
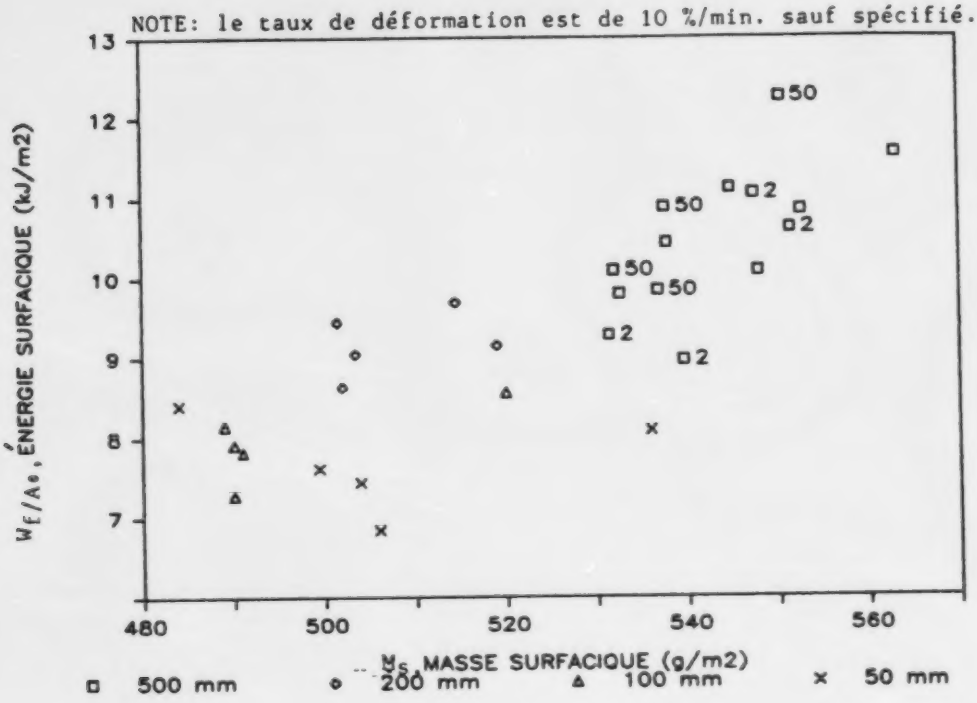


FIGURE 3: Energie surfacique versus masse surfacique (Texel ou Typar)

A) Texel 7618, sens II



B) Typar 3601, sens I, largeur 500 mm .

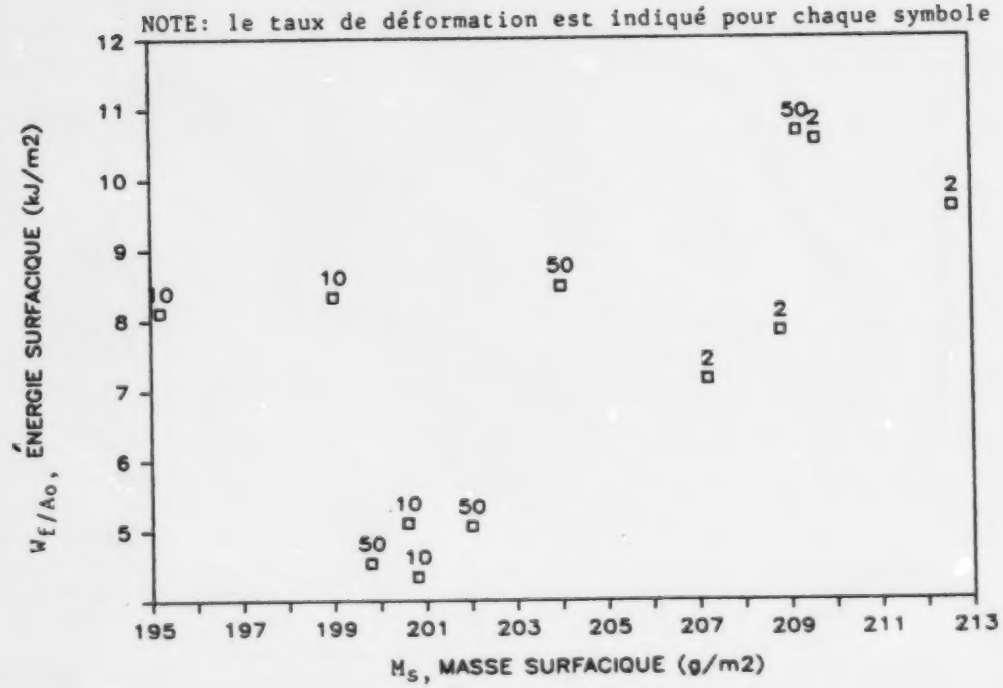
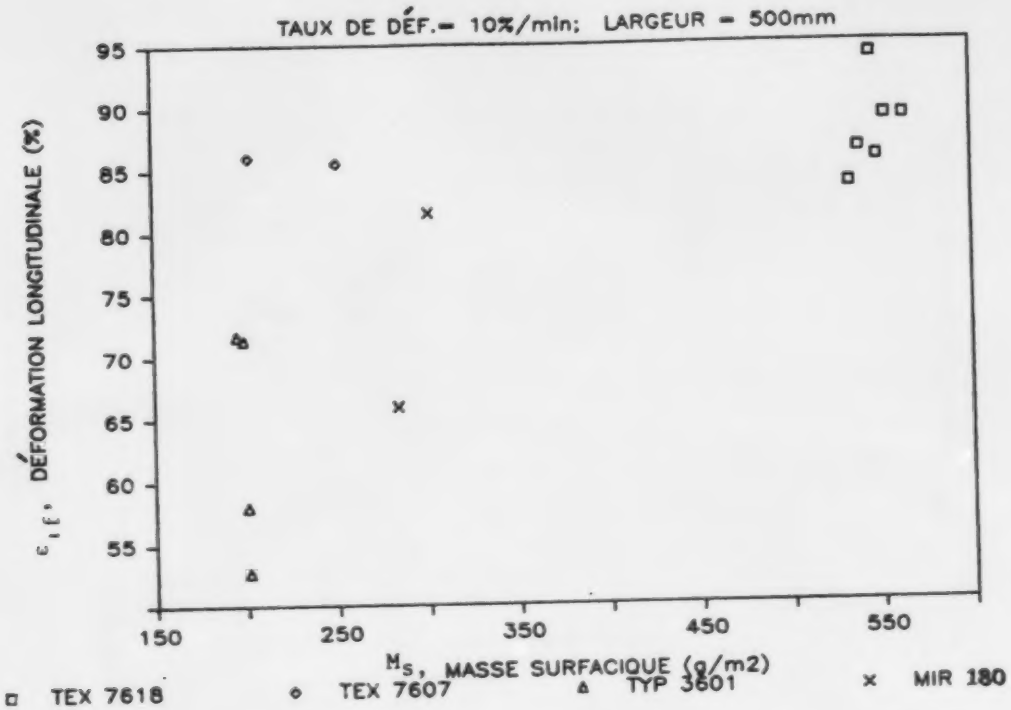


FIGURE 4: déformation versus masse surfacique (pour 4 géotextiles)

A) déformation longitudinale



B) déformation transversale

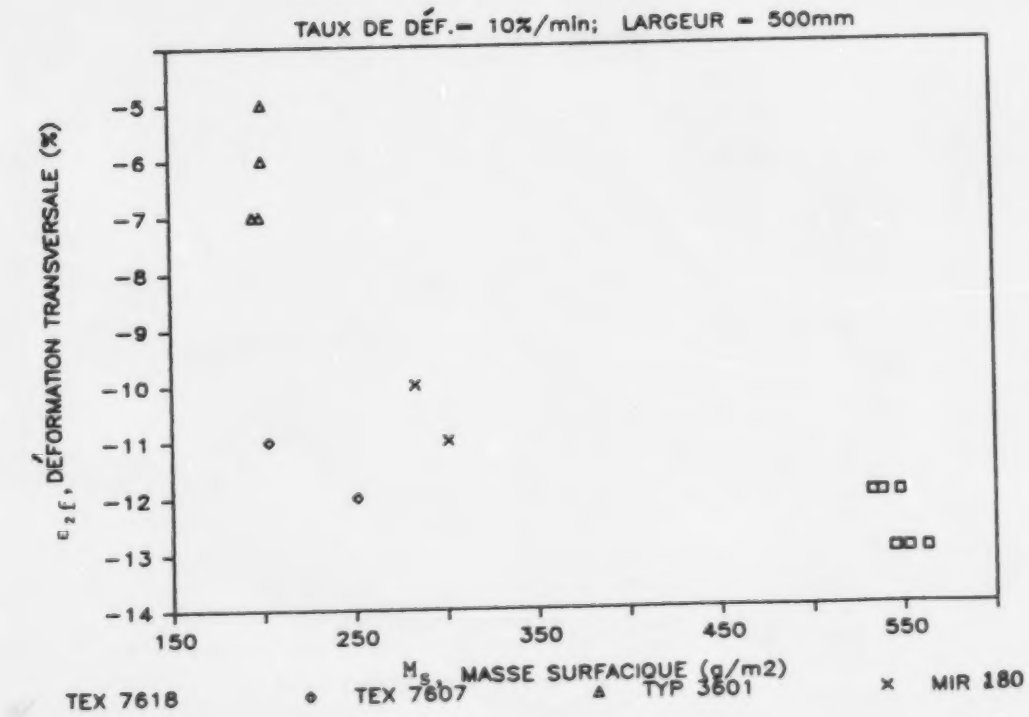
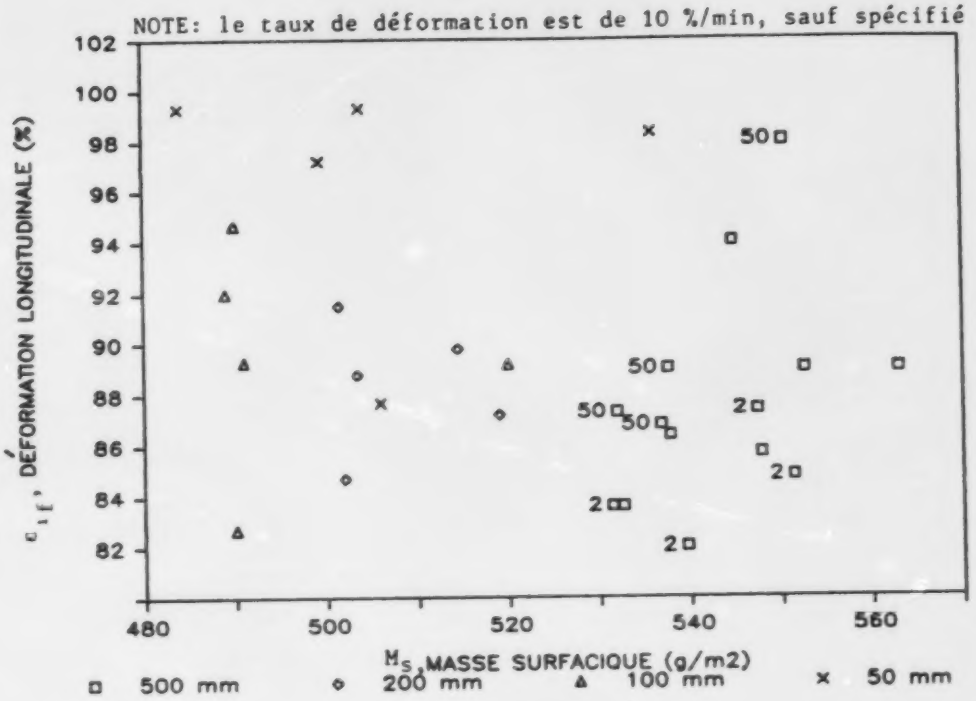


FIGURE 5: déformation longitudinale versus masse surfacique (Texel ou Typar)

A) Texel 7618, sens II



B) Typar 3601, sens I, largeur 500 mm

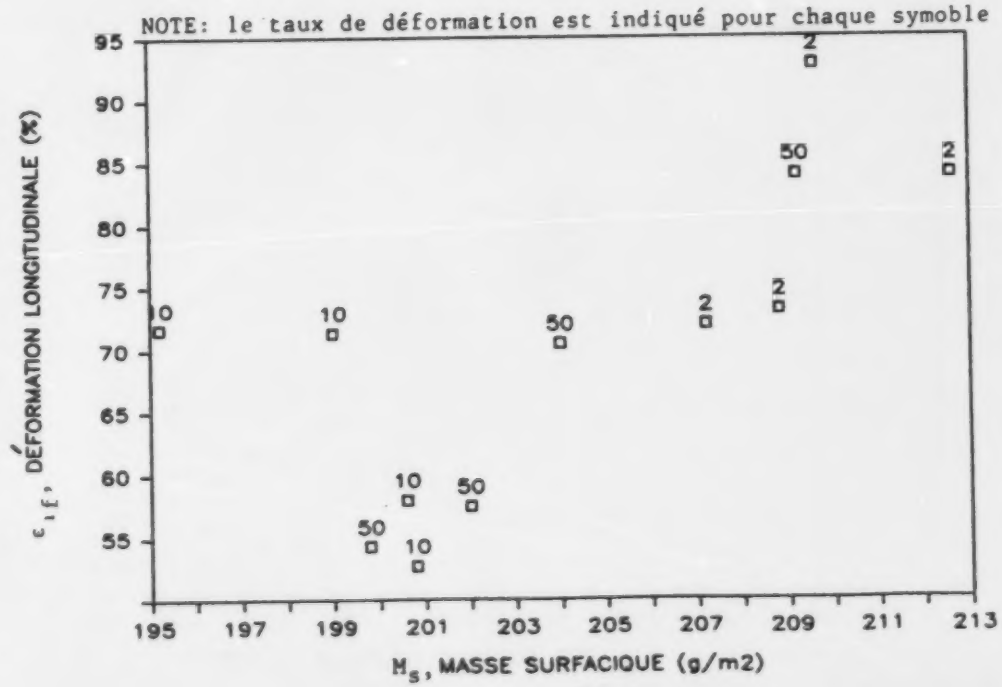
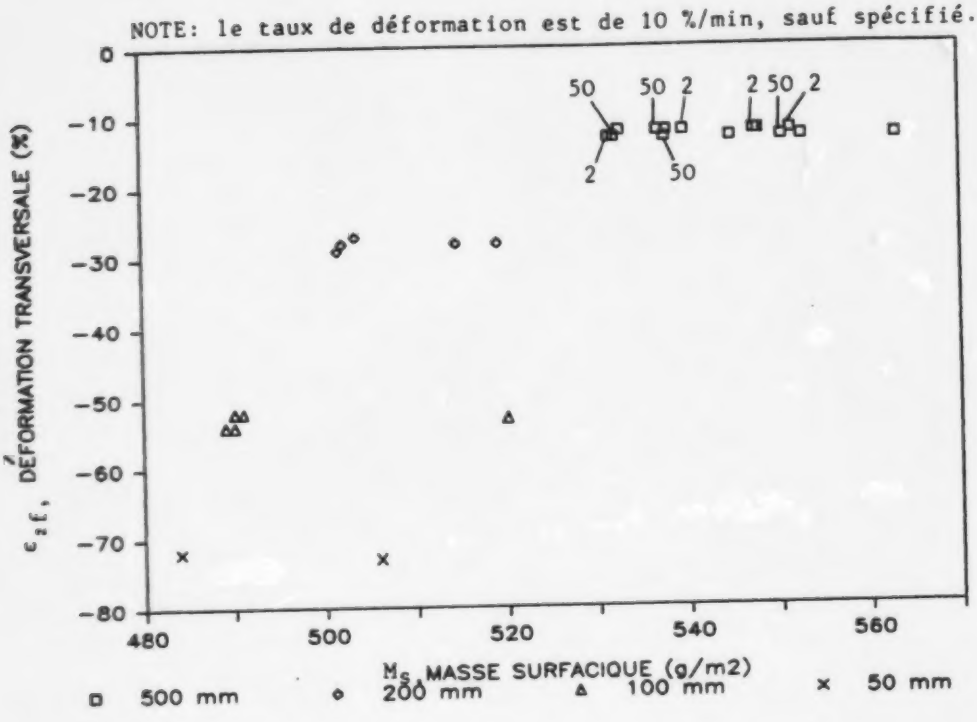


FIGURE 6: déformation transversale versus masse surfacique (Texel ou Typar)

A) Texel 7618, sens II



B) Typar 3601, sens I, largeur 500 mm

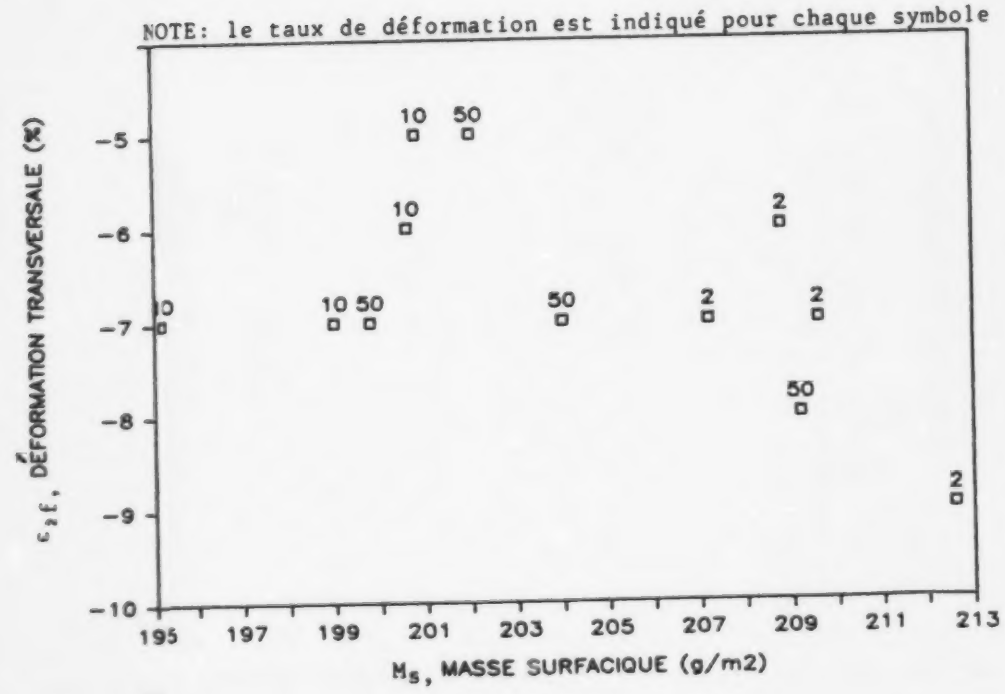
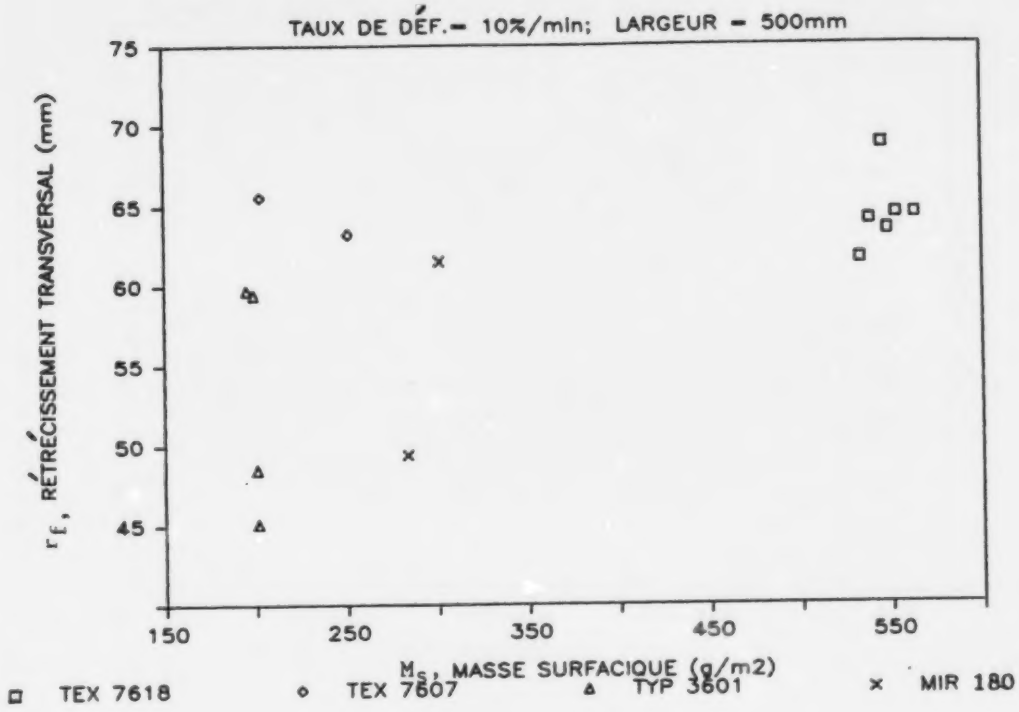


FIGURE 7: rétrécissement et déformation théorique versus masse surfacique (pour 4 géotextiles).

A) Rétrécissement transversal



B) Déformation théorique

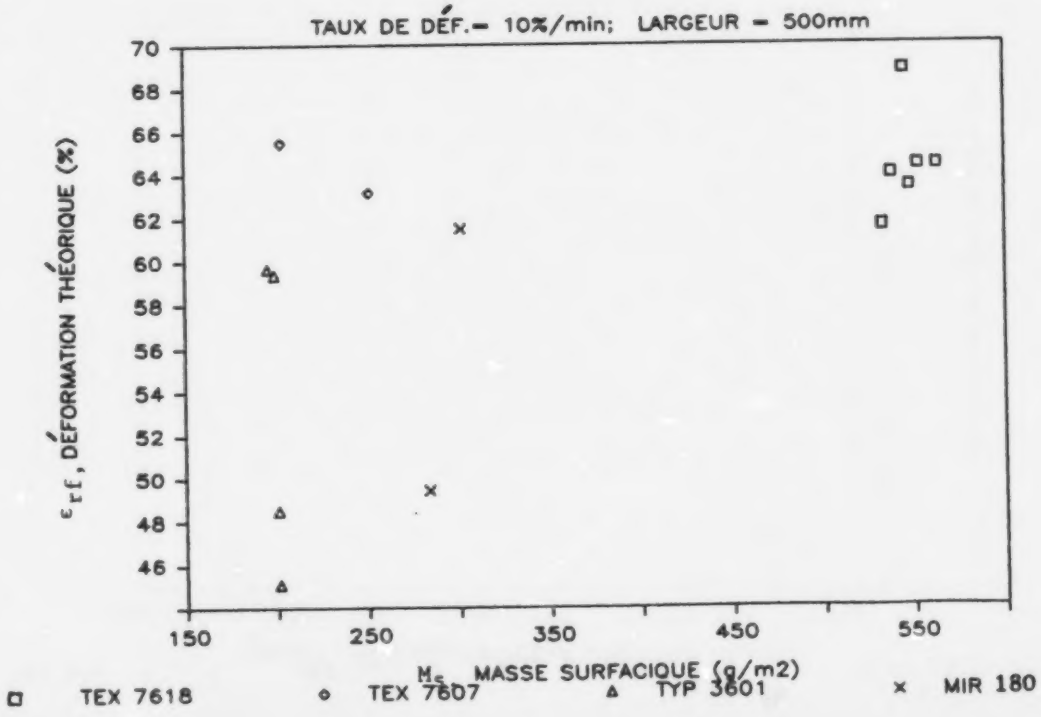
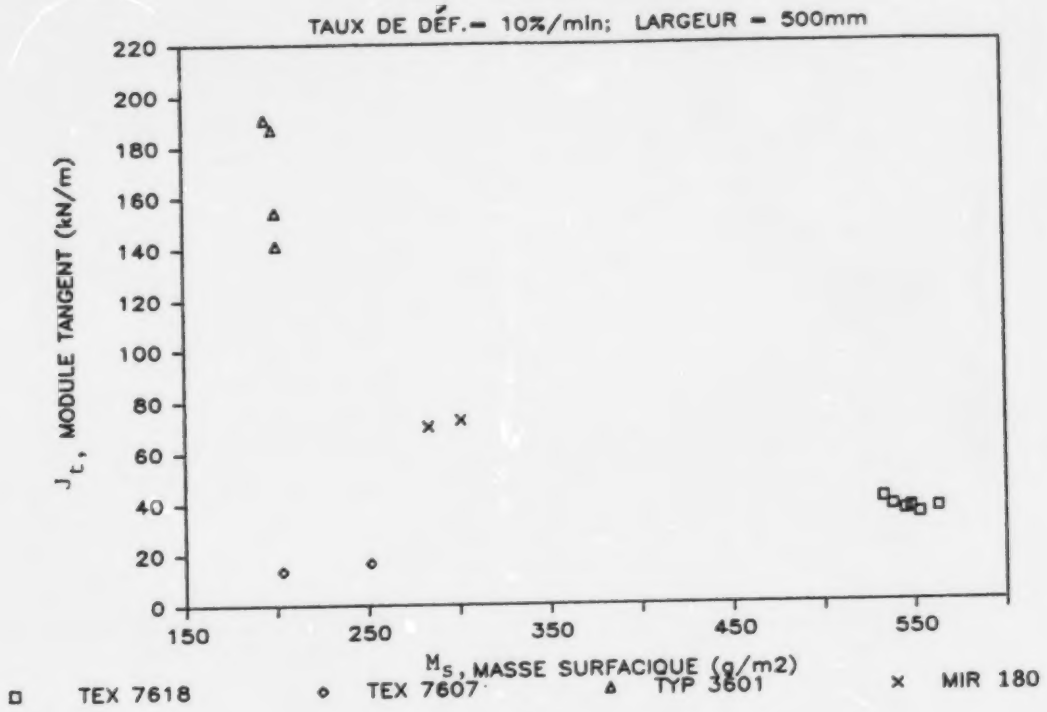


FIGURE 8: module tangent versus masse surfacique
(pour 4 géotextiles)

A) Module tangent (au point d'inflexion de la courbe résistance vs déformation)



B) Intersection du module tangent avec l'axe des déformations.

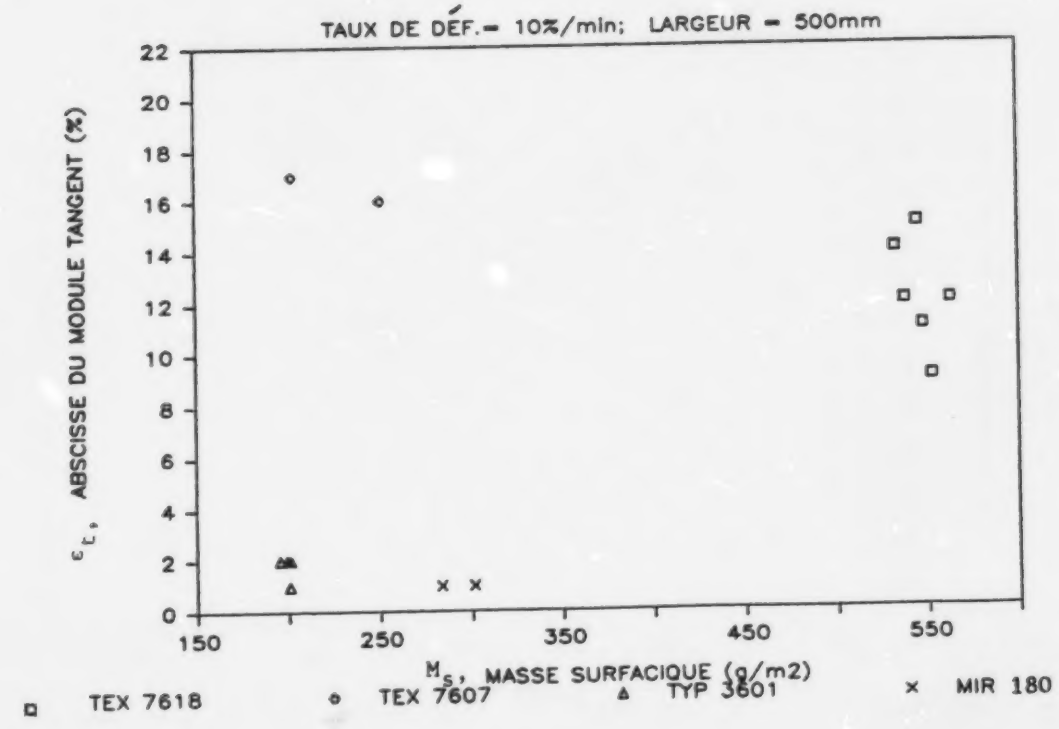
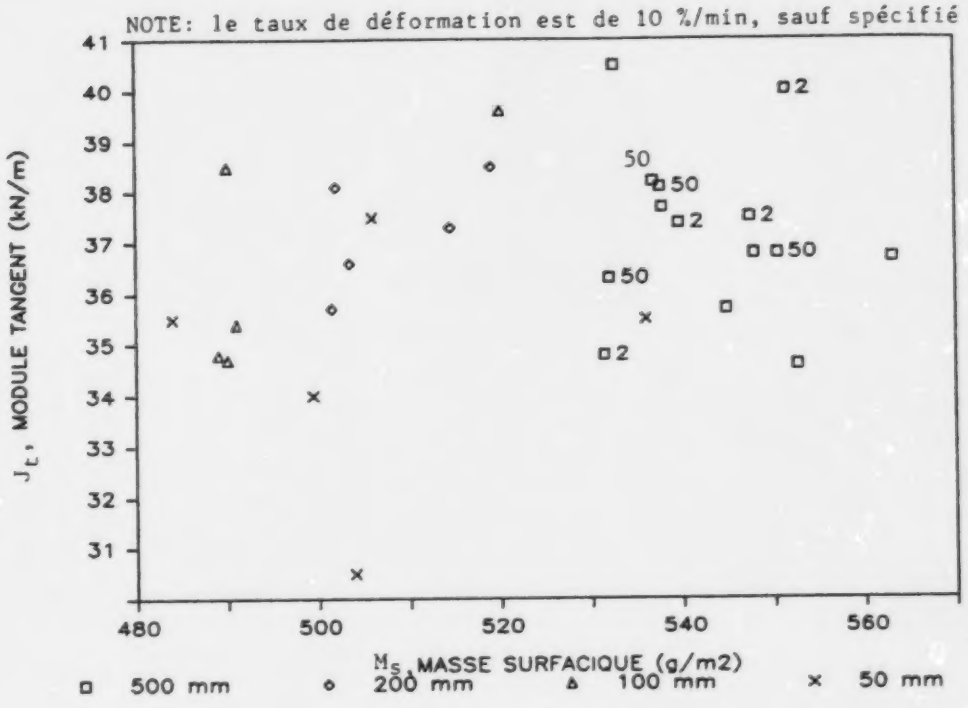


FIGURE 9: module tangent versus masse surfacique (Texel ou Typar)

A) Texel 7618, sens II



B) Typar 3601, sens I, largeur 500 mm

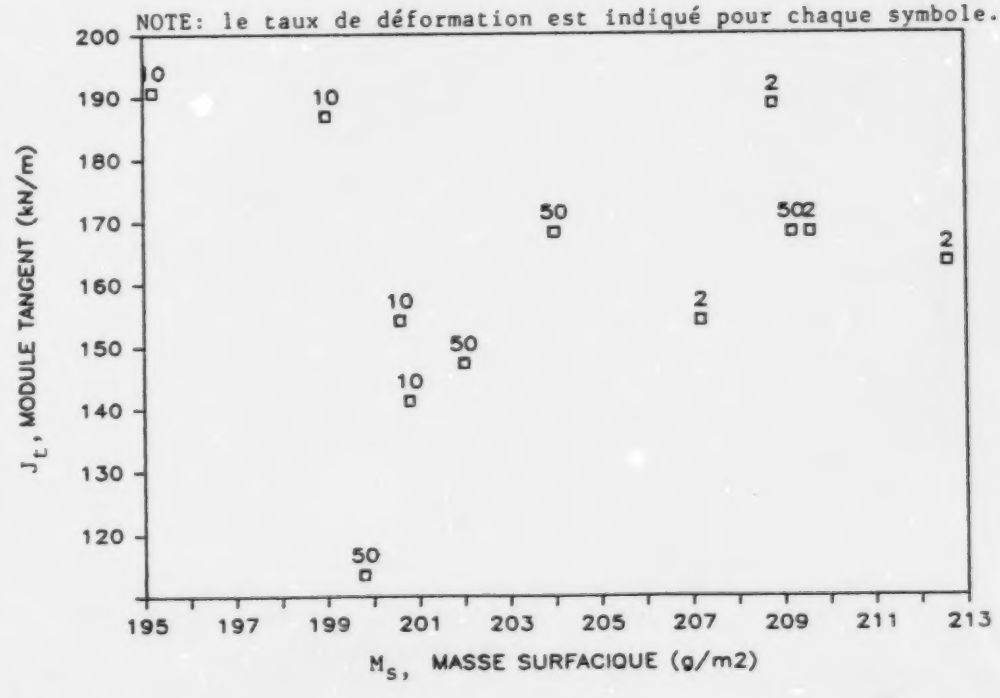
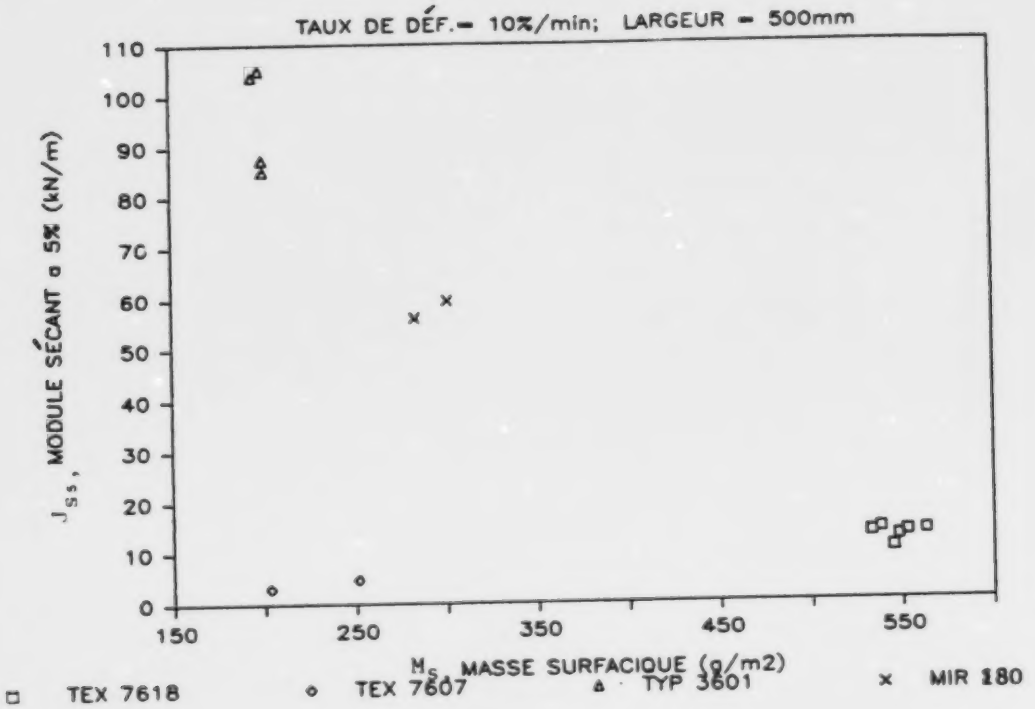


FIGURE 10: module sécant versus masse surfacique (pour 4 géotextiles)

A) Module sécant à 5 %



B) Module sécant à 10 %

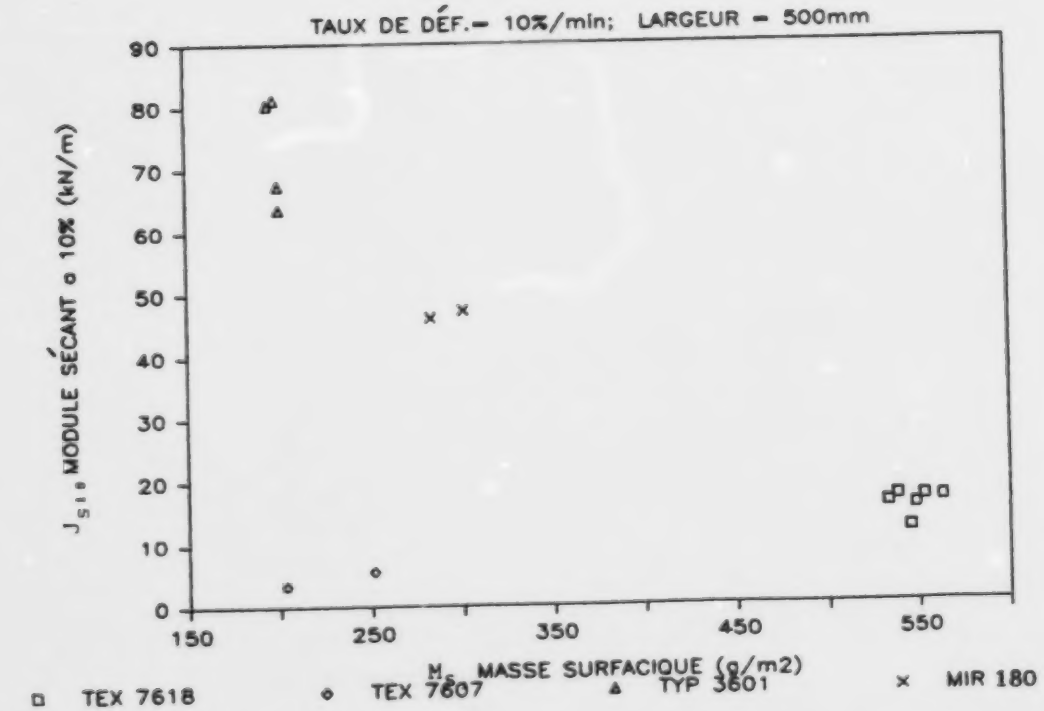
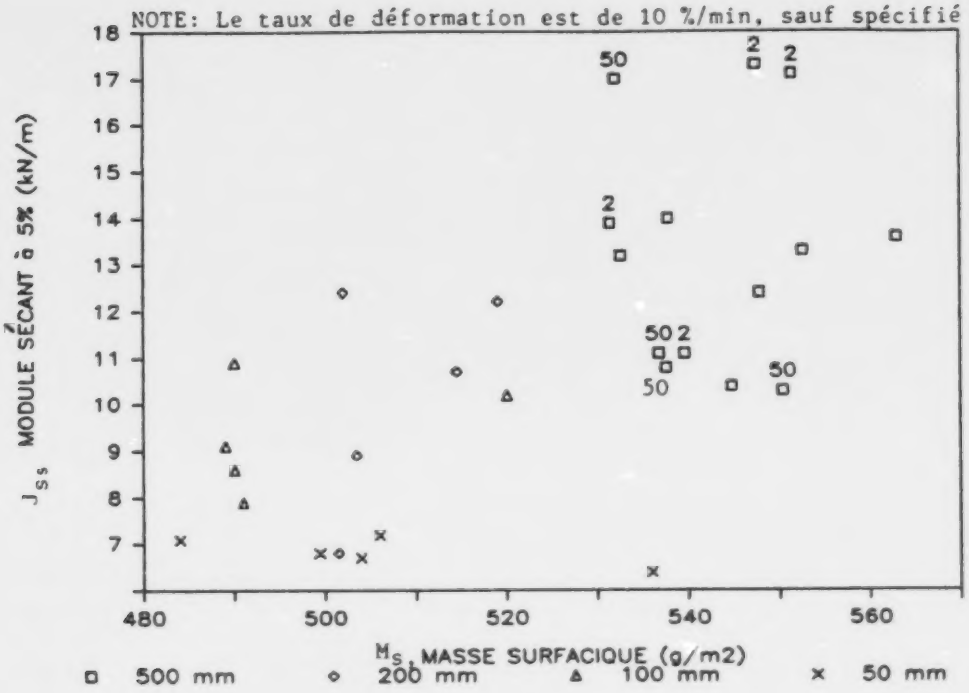


FIGURE 11: module sécant à 5 % versus masse surfacique (Texel ou Typar)

A) Texel 7618, sens II



B) Typar 3601 sens I, largeur 500 mm

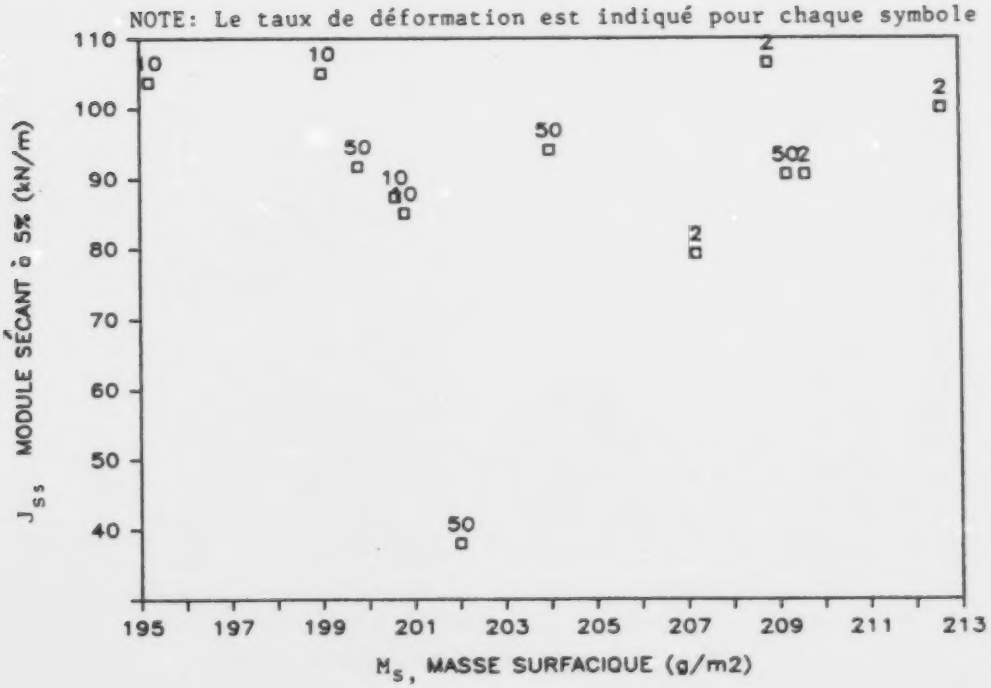
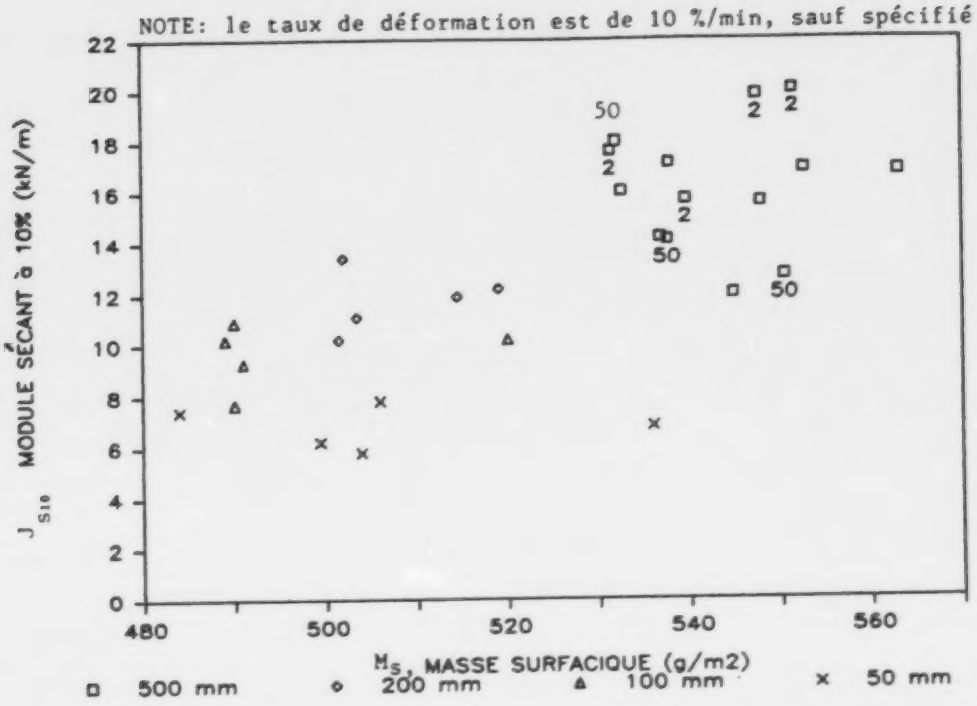


FIGURE 12: module sécant à 10 % versus masse surfacique (Texel ou Typar)

A) Texel 7618 snes II



B) Typar 3601, sens I, largeur 500 mm

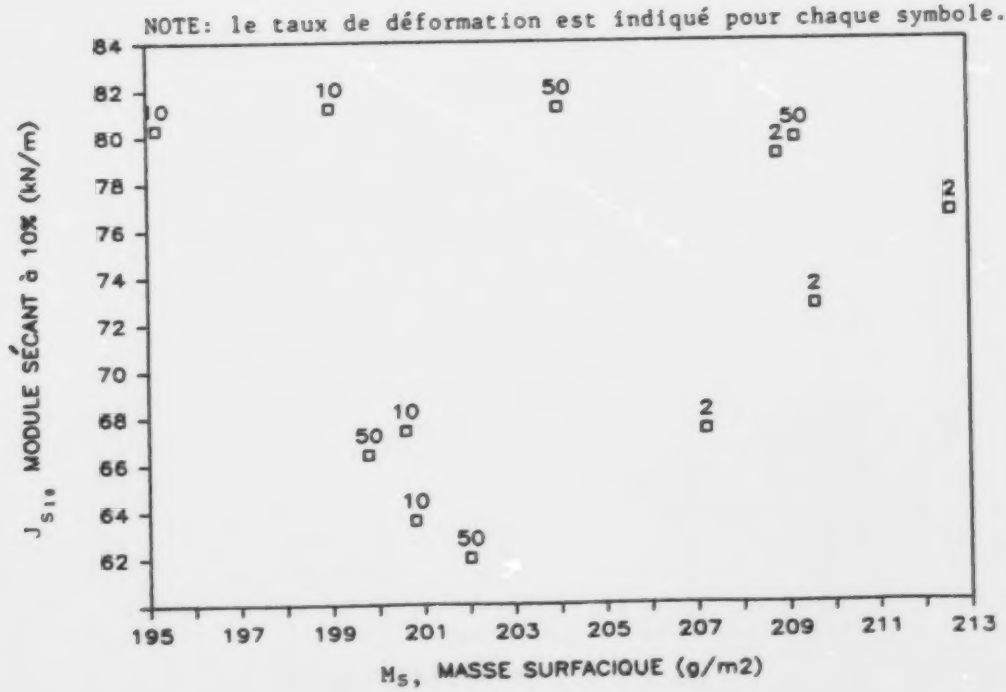
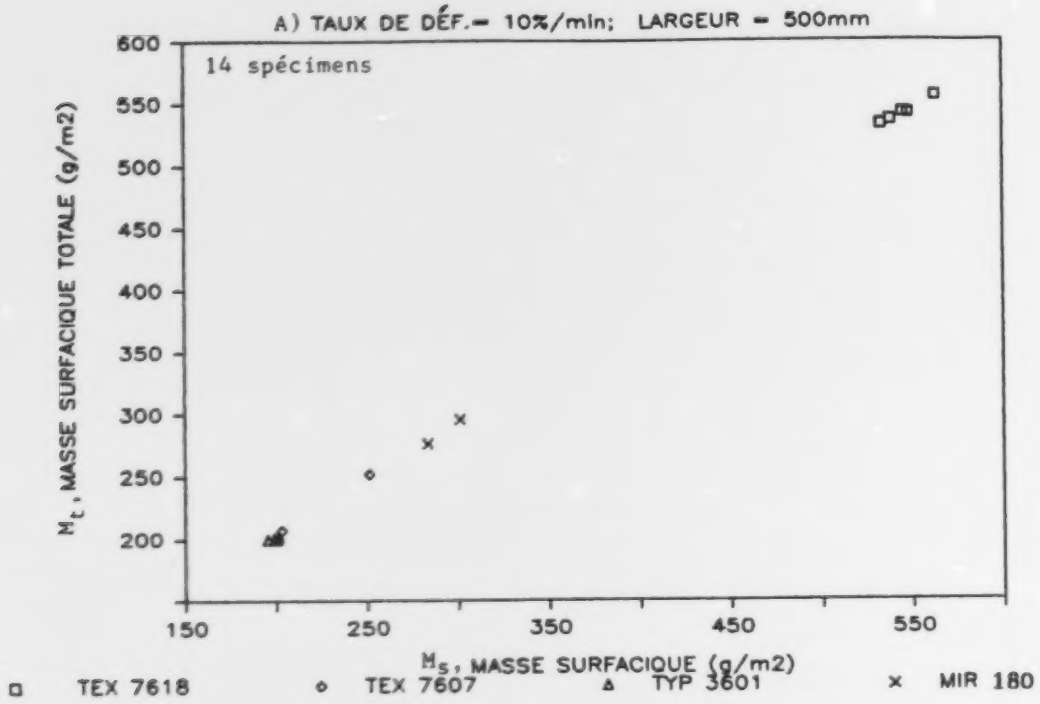


FIGURE 13: masse surfacique totale de l'échantillon versus masse surfacique de la bande de 100 mm de largeur (pour 4 géotextiles).



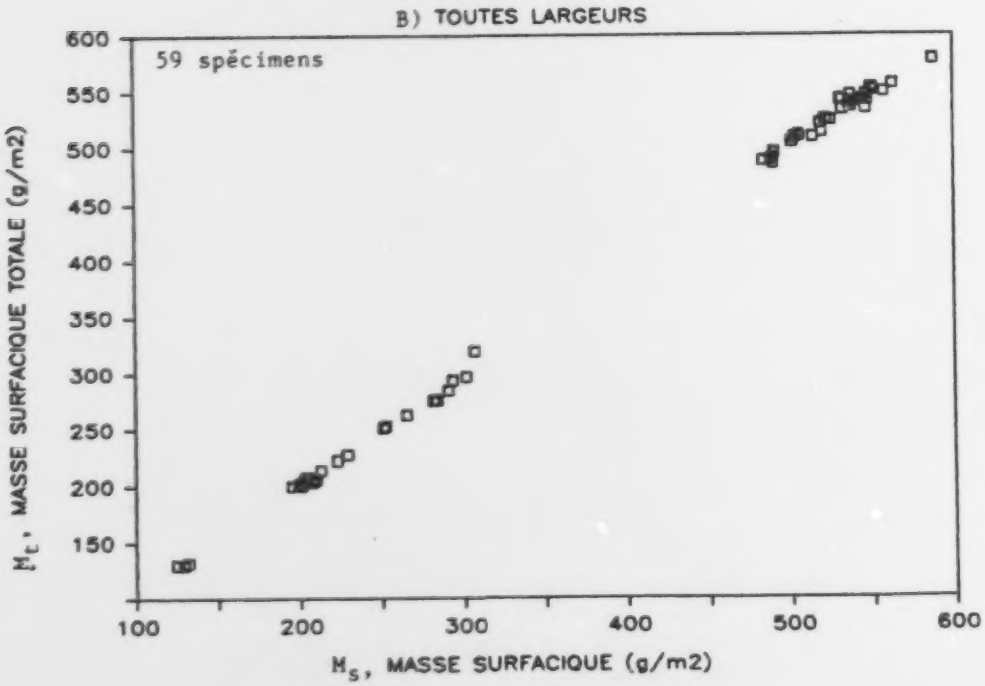
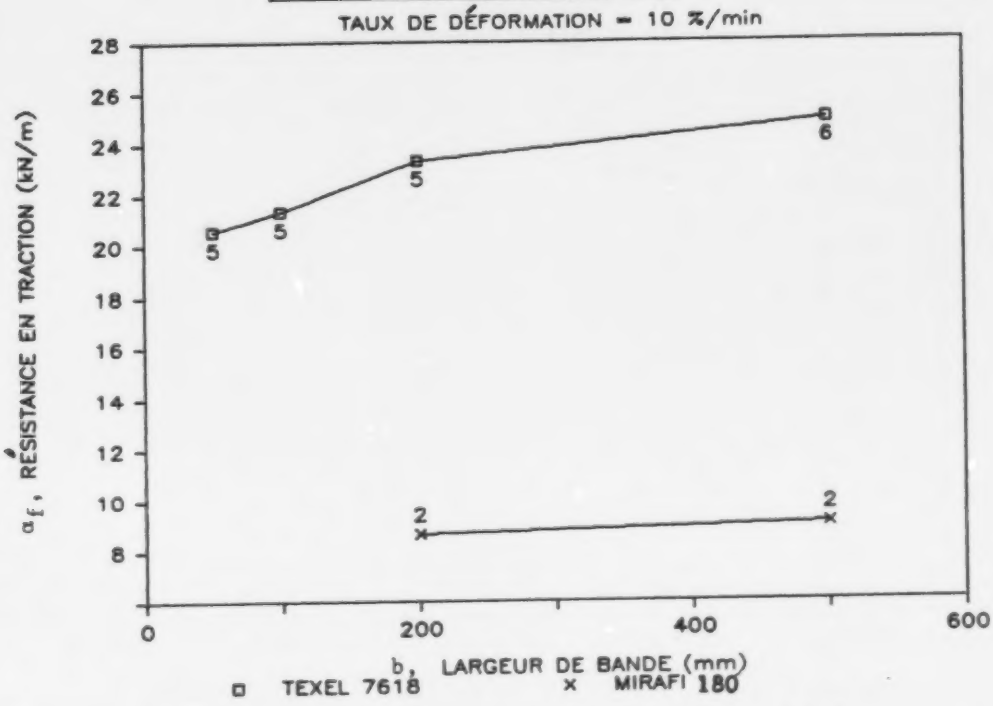


FIGURE 14: résistance maximum, puis normalisée, versus largeur de bande (Texel et Mirafi)

A) Résistance en traction maximum par unité de largeur de bande



B) Résistance en traction maximum normalisée

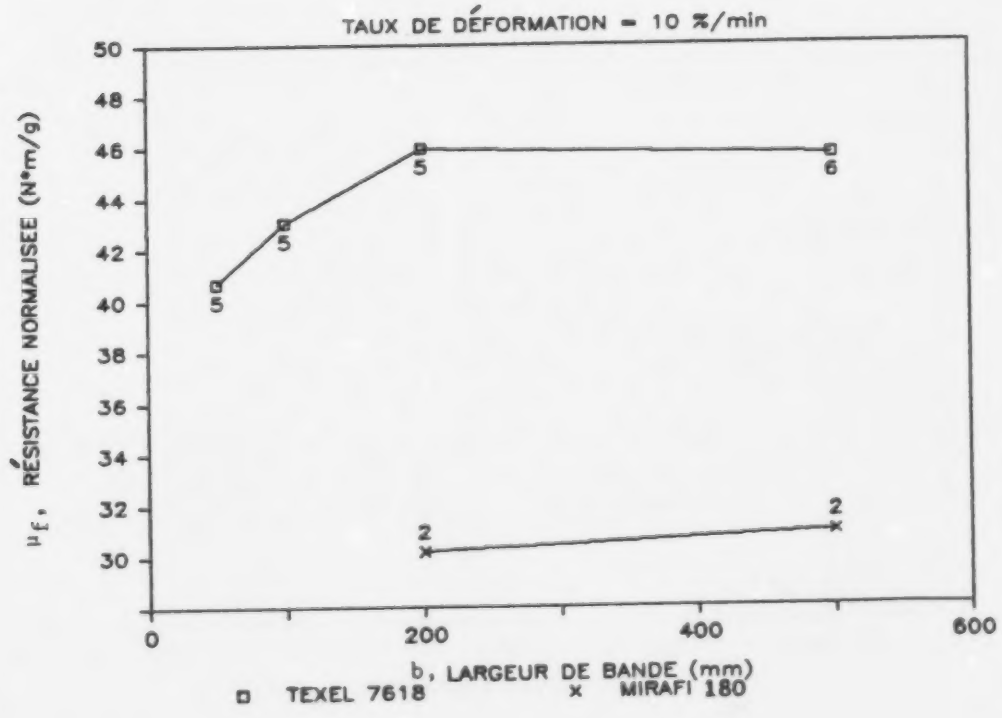
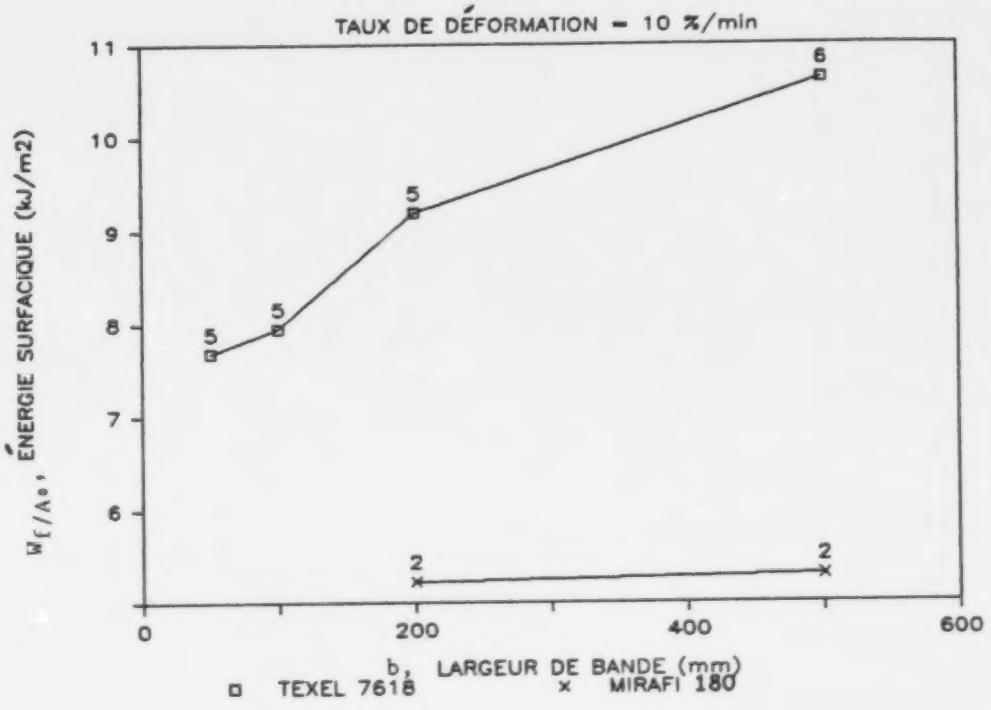


FIGURE 15: Energie et énergie normalisée versus largeur de bande (Texel et Mirafi).

A) Energie surfacique



B) Energie surfacique normalisée

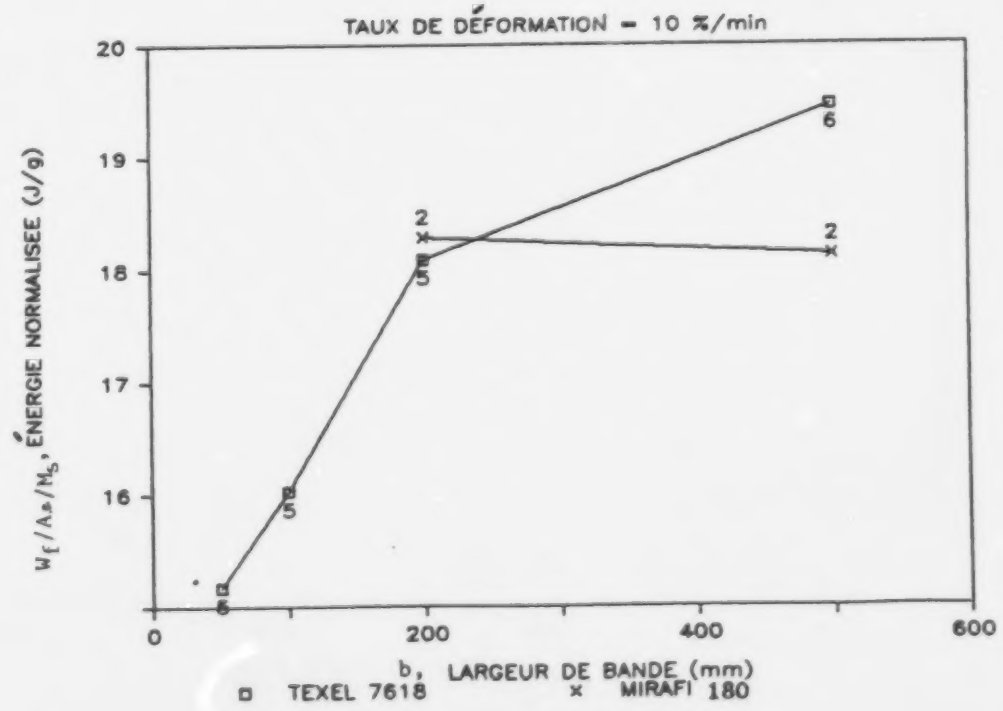
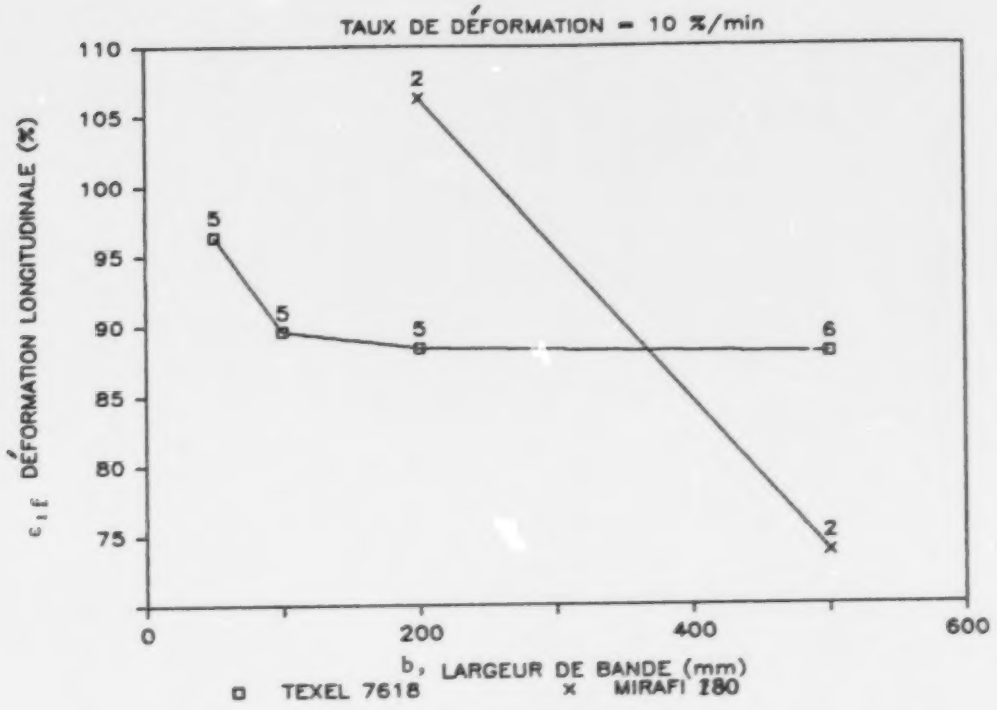


FIGURE 16: déformation axiale versus largeur de bande (Texel et Mirafi)

A) Déformation longitudinale



B) Déformation théorique

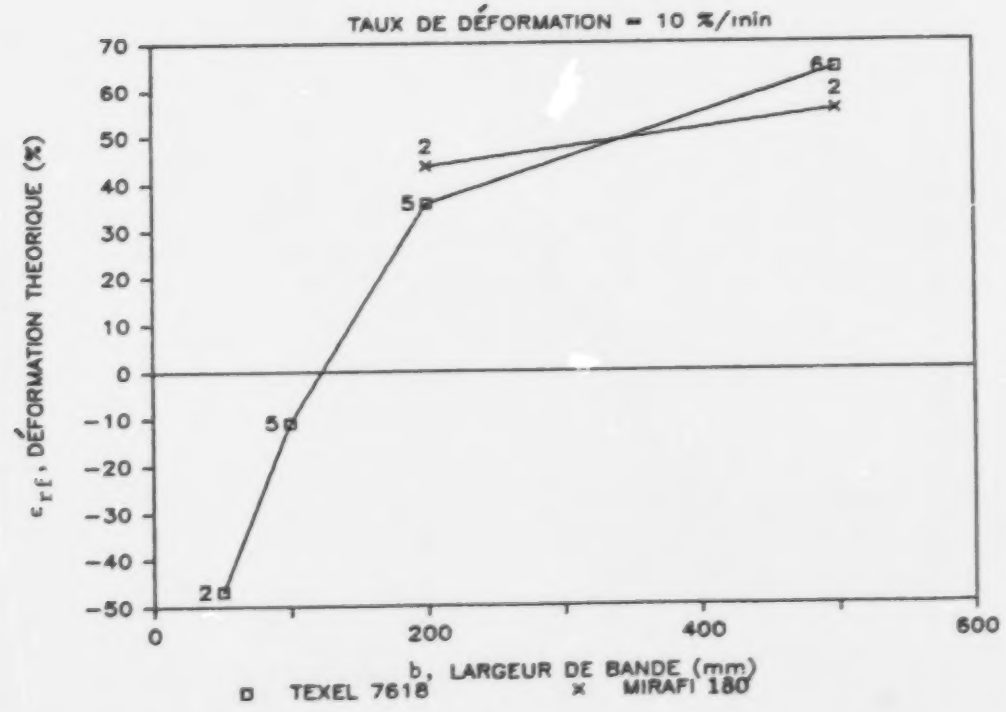
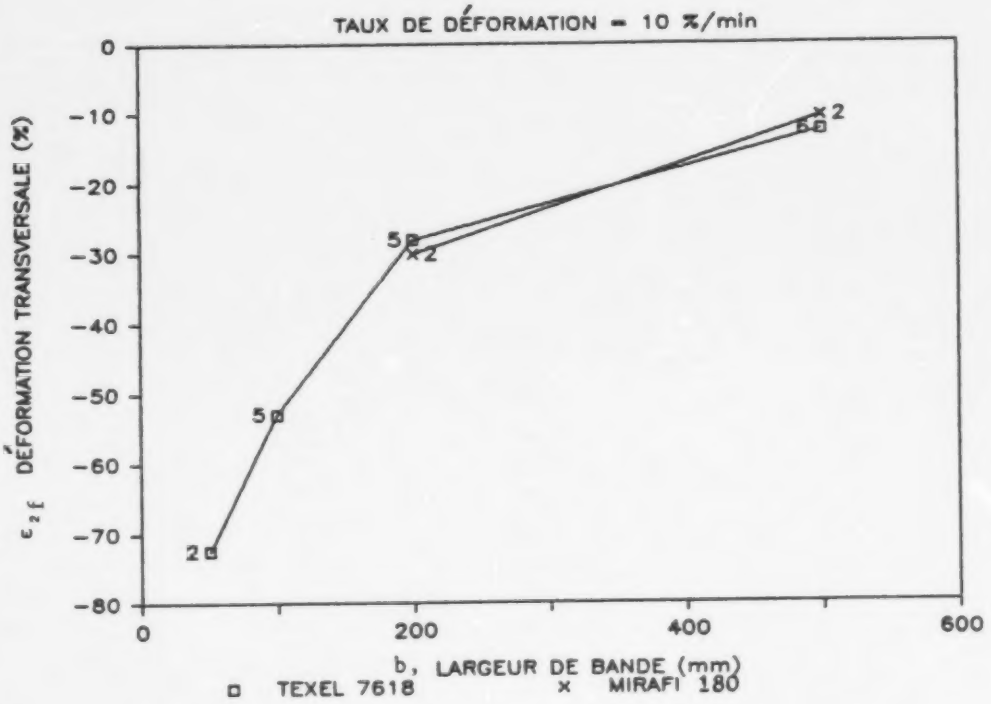


FIGURE 17: déformation transversale versus largeur de bande (Texel et Mirafi)

A) Déformation transversale



B) Rétrécissement

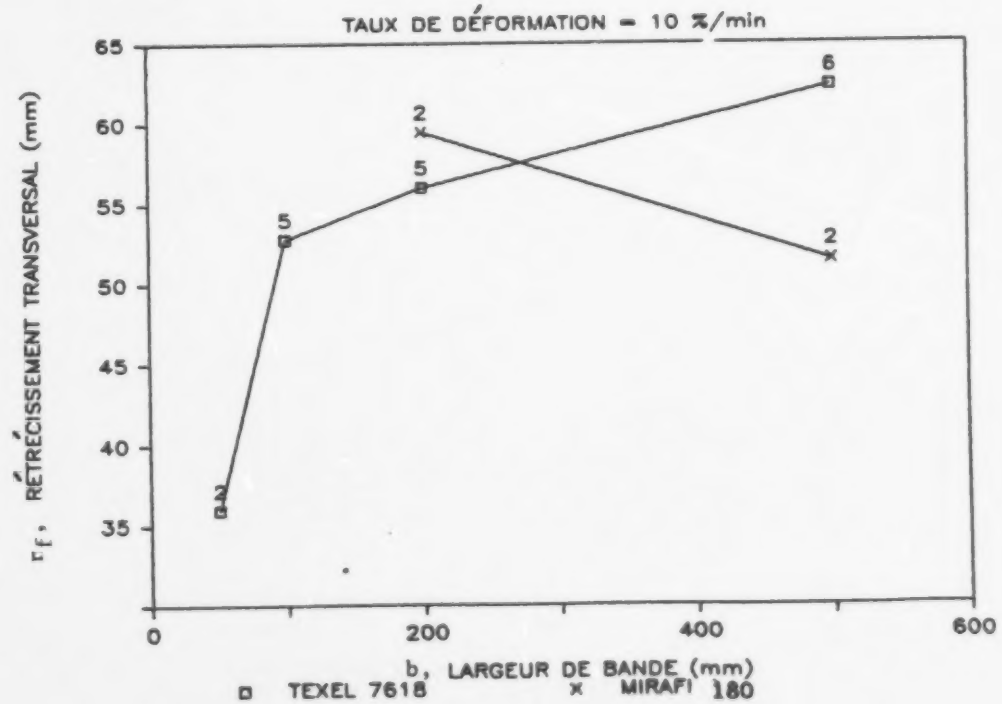
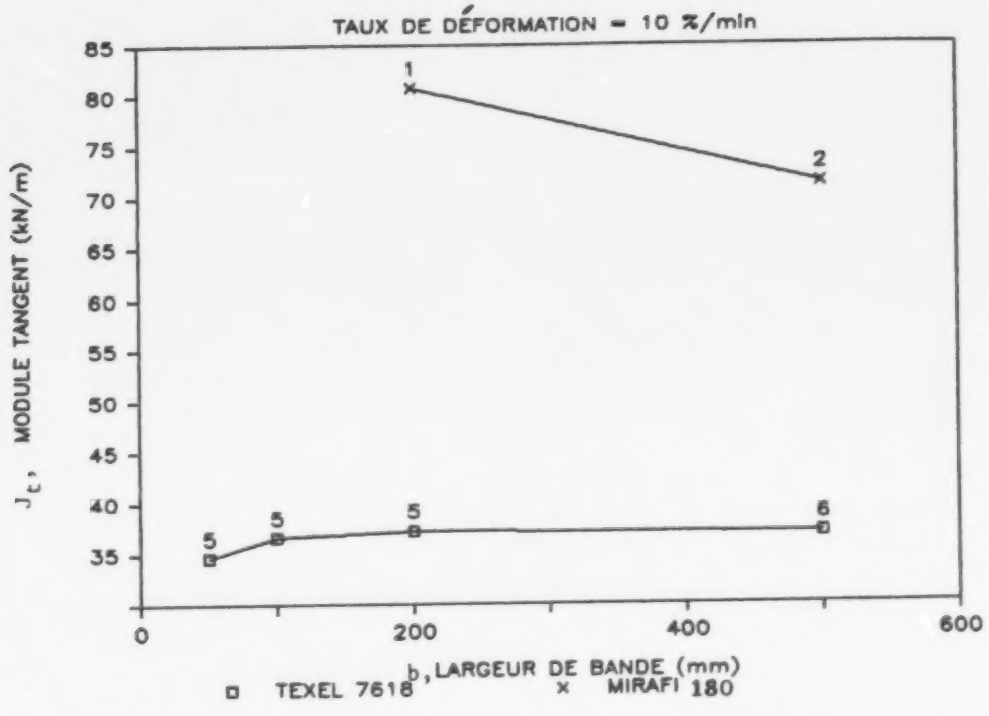


FIGURE 18: module tangent versus largeur de bande (Texel et Marifi)

A) Module tangent



B) Intersection du module tangent avec l'axe des déformations

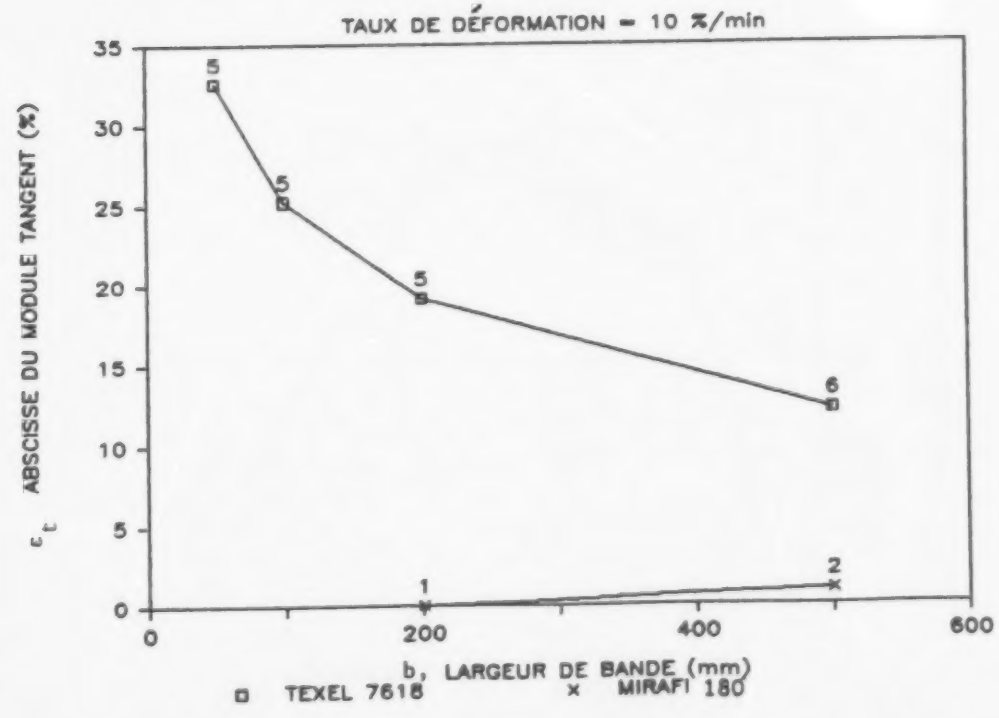
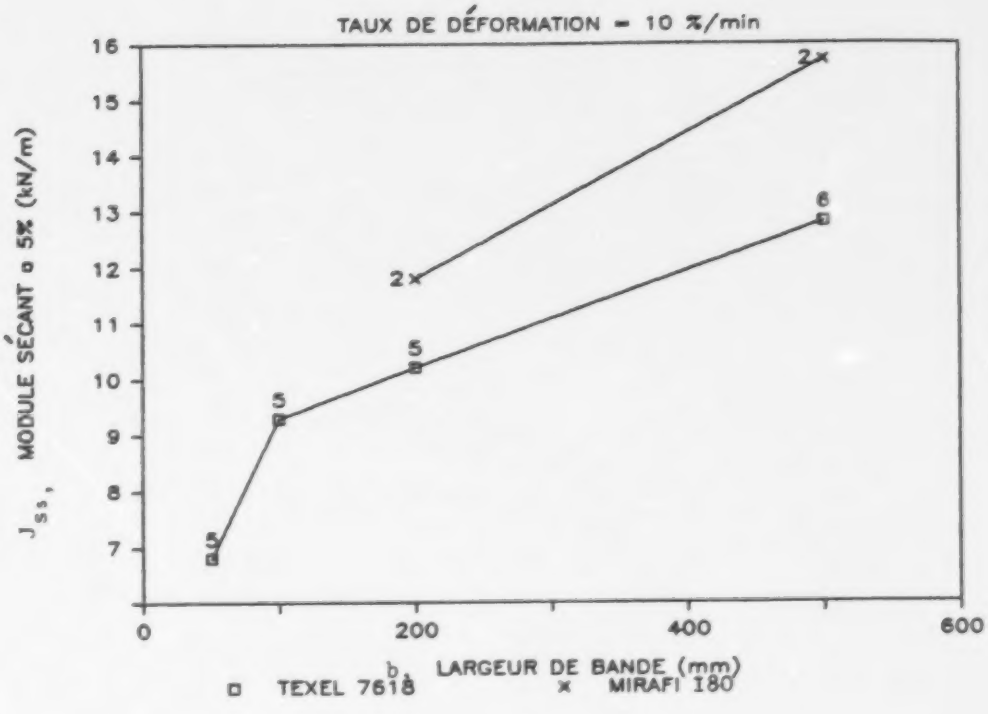


FIGURE 19: module sécant versus largeur de bande (Texel et Mirafi)

A) Module sécant à 5 %



B) Module sécant à 10 %

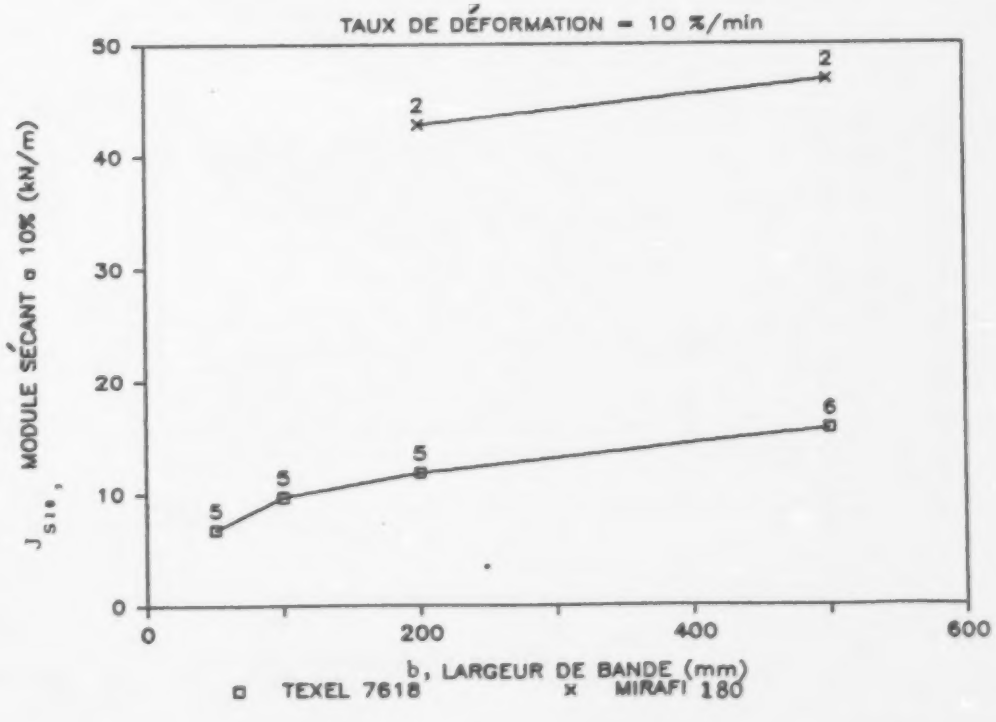
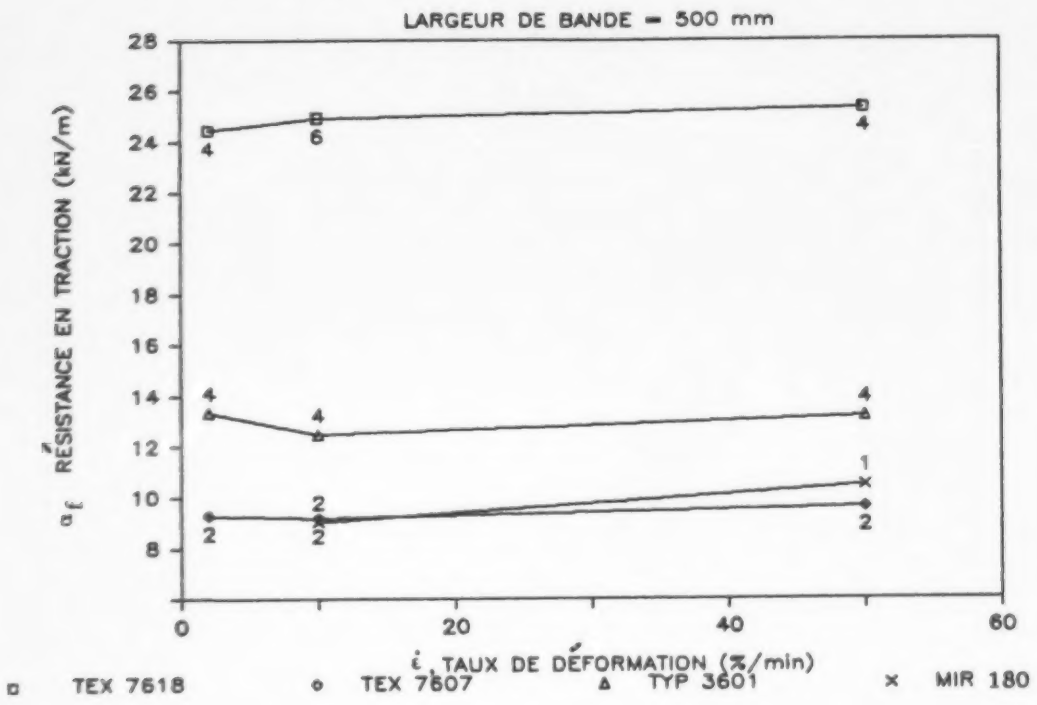


FIGURE 20: résistance maximum, puis normalisée, versus taux de déformation (pour 4 géotextiles).

A) Résistance en traction maximum par unité de largeur de bande.



B) Résistance en traction maximum normalisée.

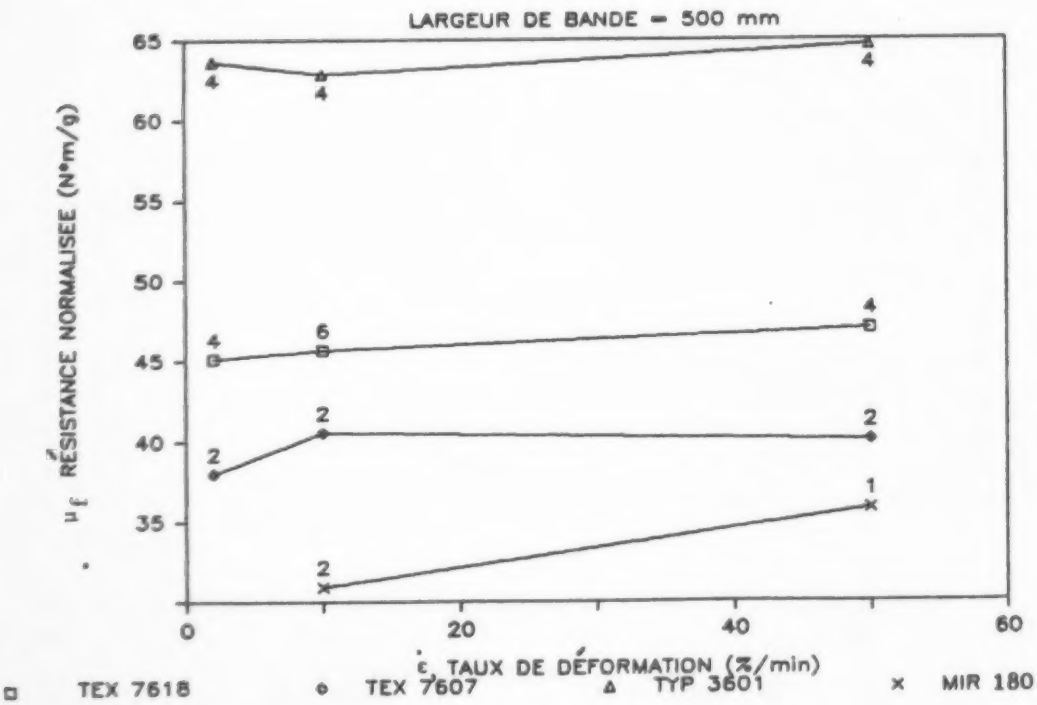
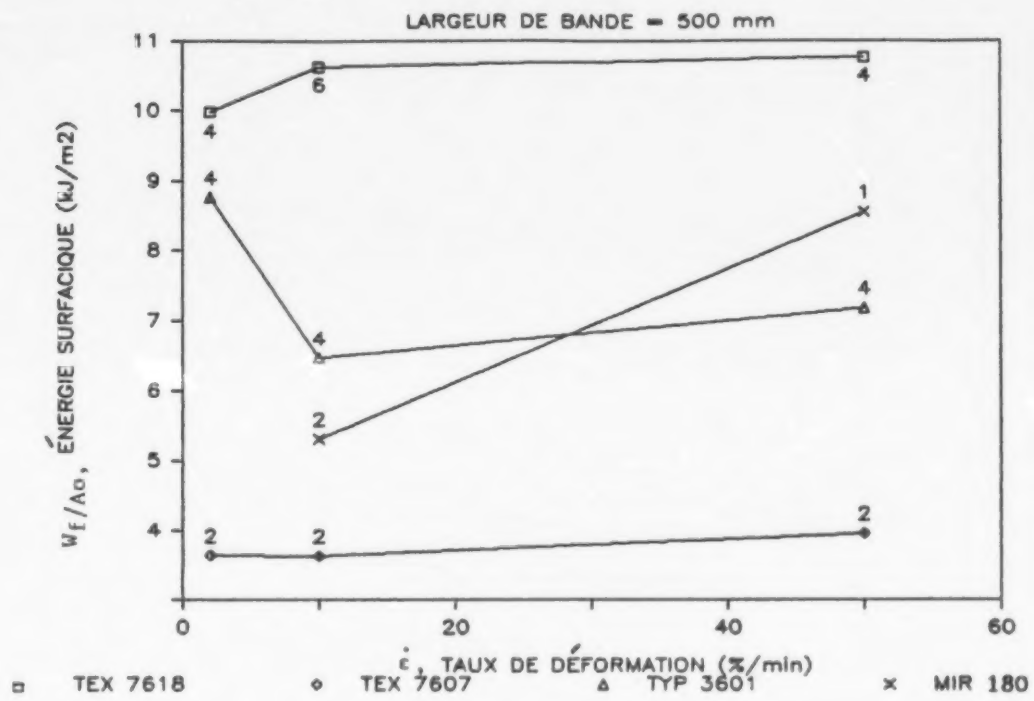


FIGURE 21: énergie et énergie normalisée versus taux de déformation (pour 4 géotextiles)

A) Energie surfacique



B) Energie surfacique normalisée

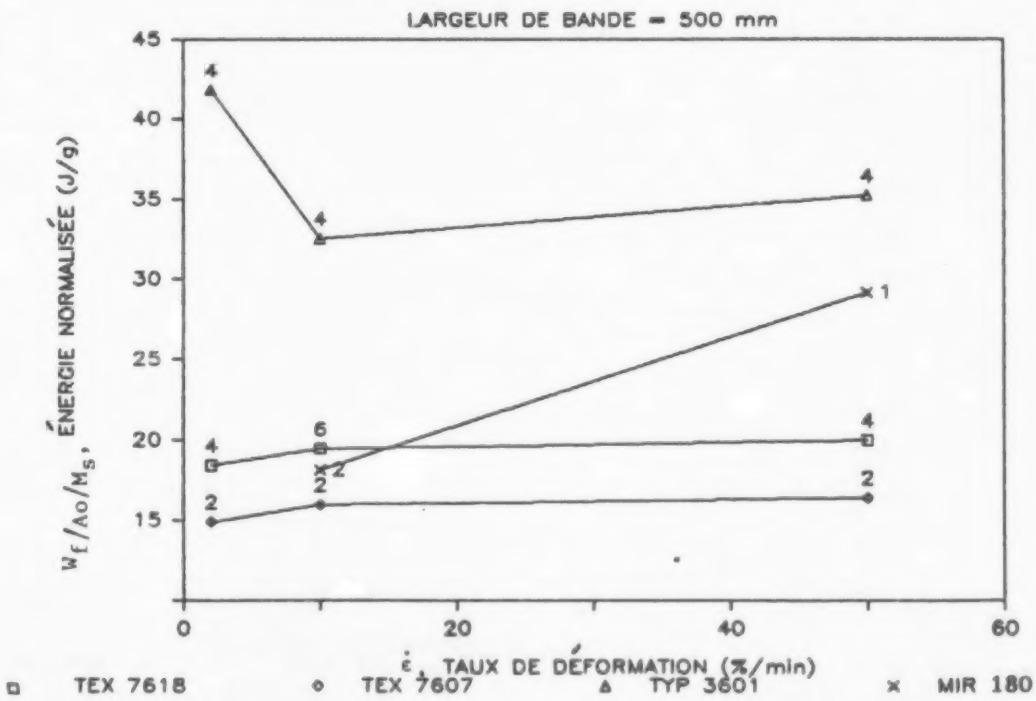
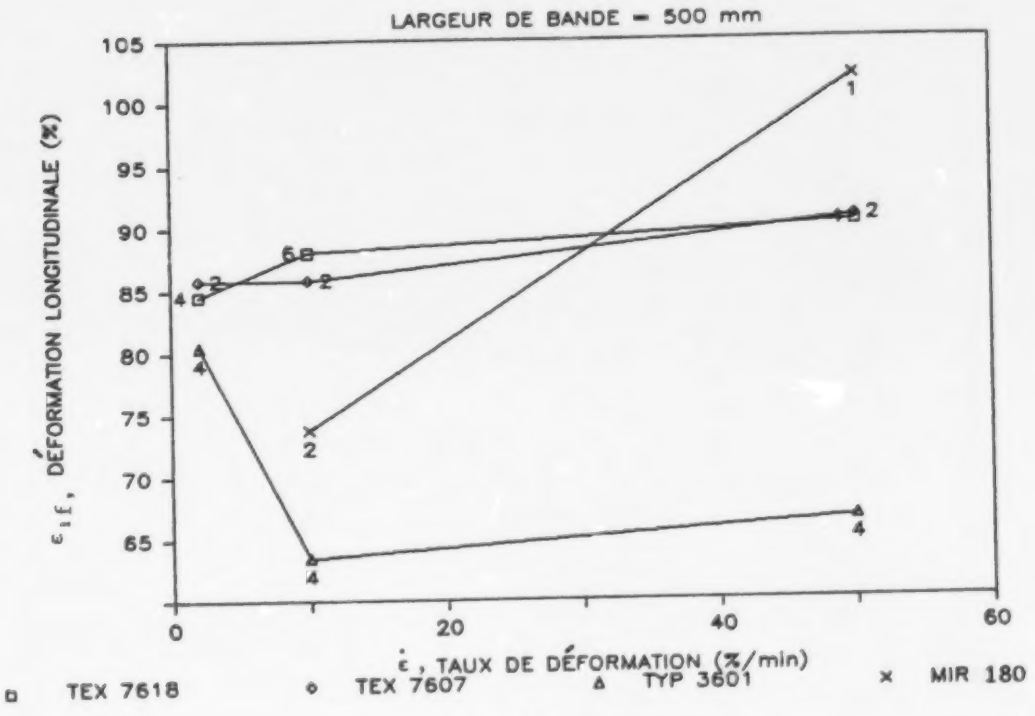


FIGURE 22: déformation axiale versus taux de déformation (pour 4 géotextiles).

A) Déformation longitudinale



B) Déformation théorique

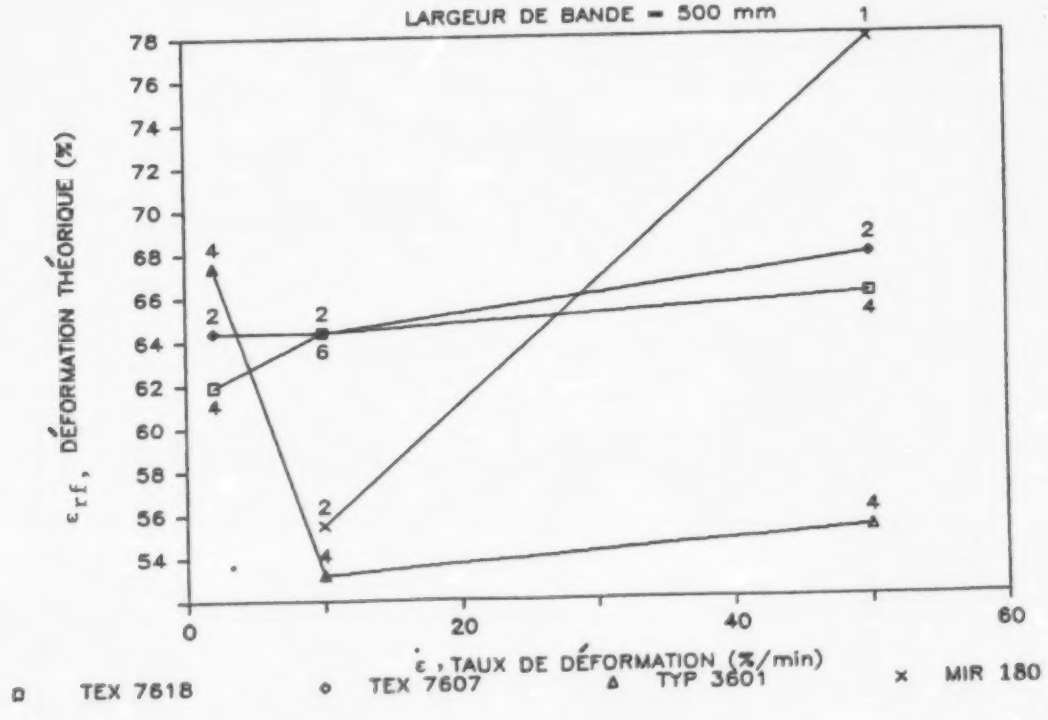
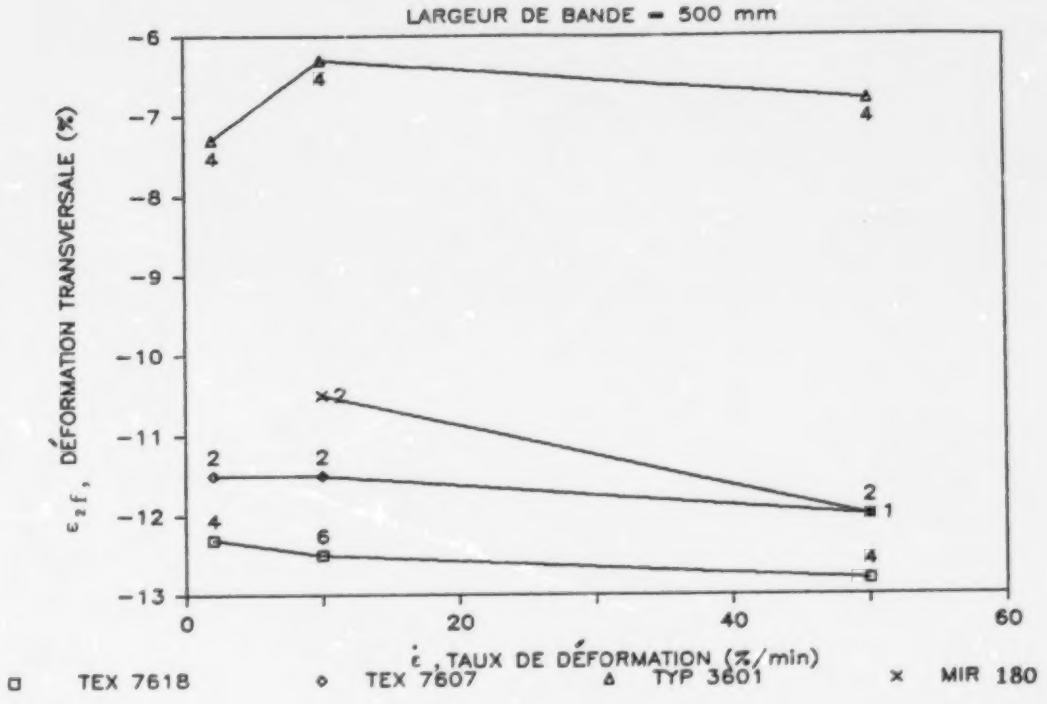


FIGURE 23: déformation transversale versus taux de déformation (pour 4 géotextiles).

A) Déformation transversale



B) Rétrécissement

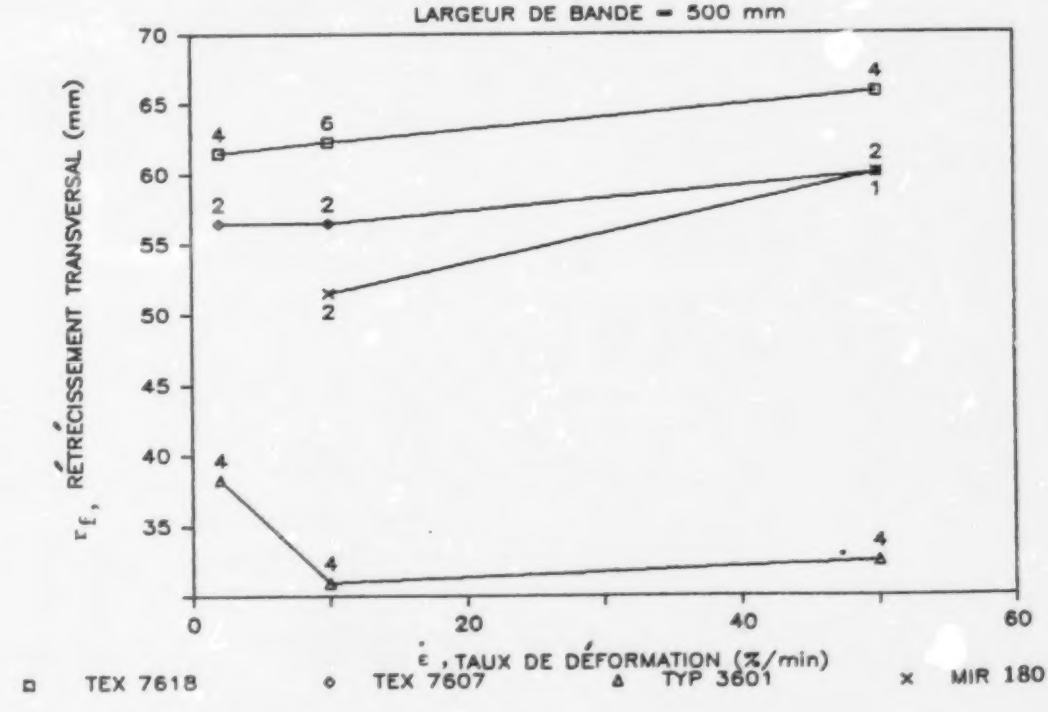
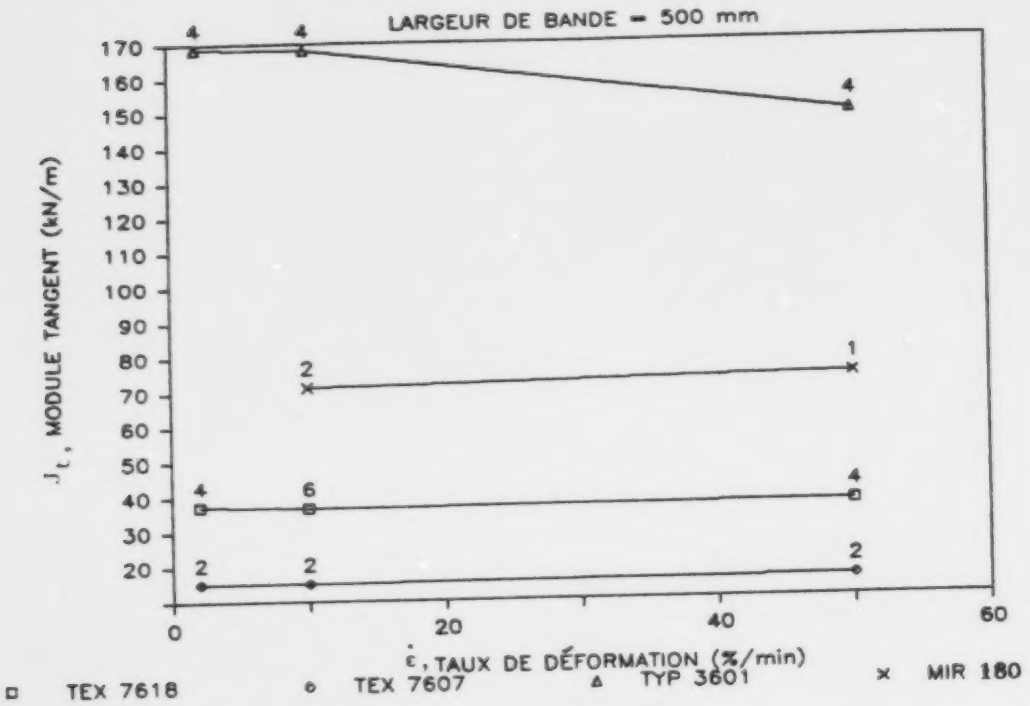


FIGURE 24: module tangent versus taux de déformation (pour 4 géotextiles)

A) Module tangent



B) Intersection du module tangent avec l'axe des déformations

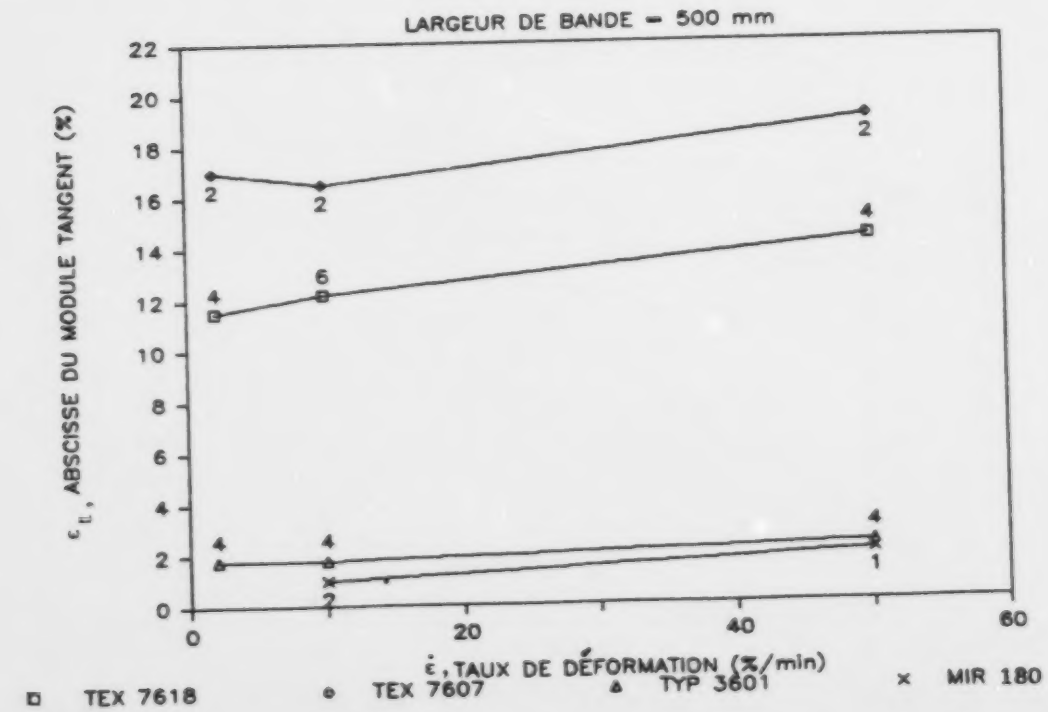
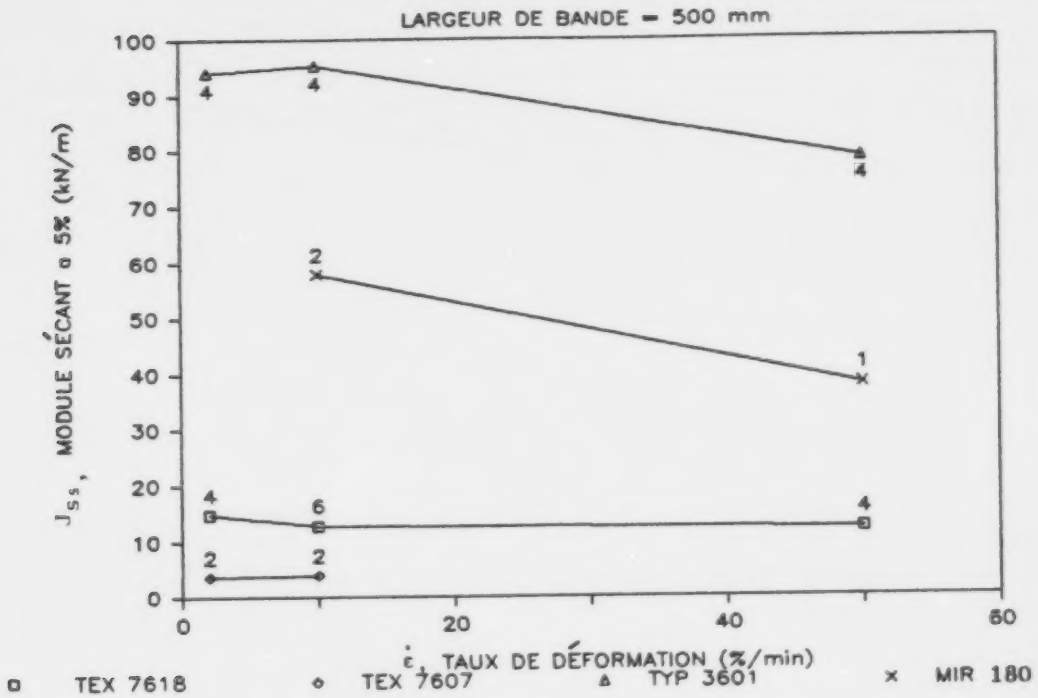


FIGURE 25: module sécant versus taux de déformation
(pour 4 géotextiles)

A) Module sécant à 5 %



B) Module sécant à 10 %

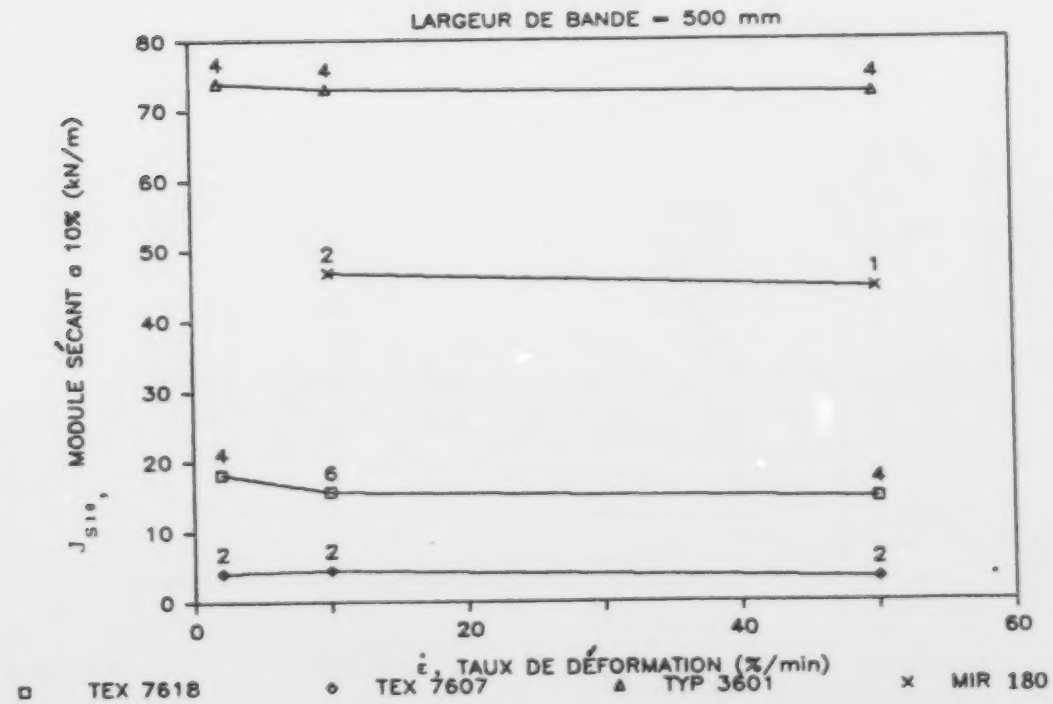


FIGURE 26A: masse surfacique versus largeur de bande

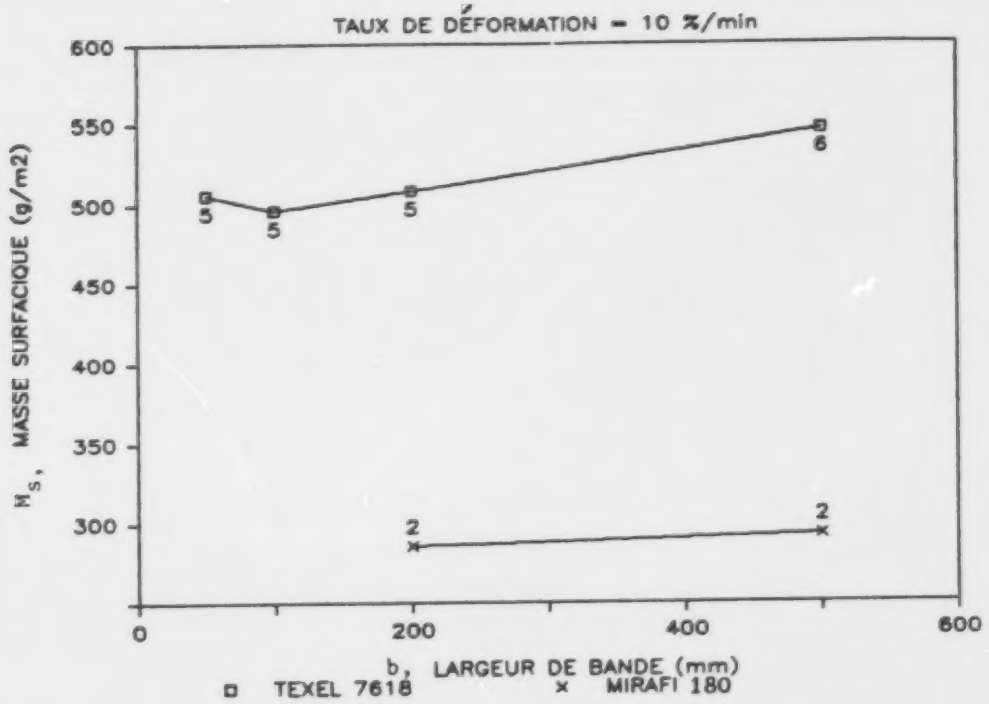


FIGURE 26B: masse surfacique versus taux de déformation

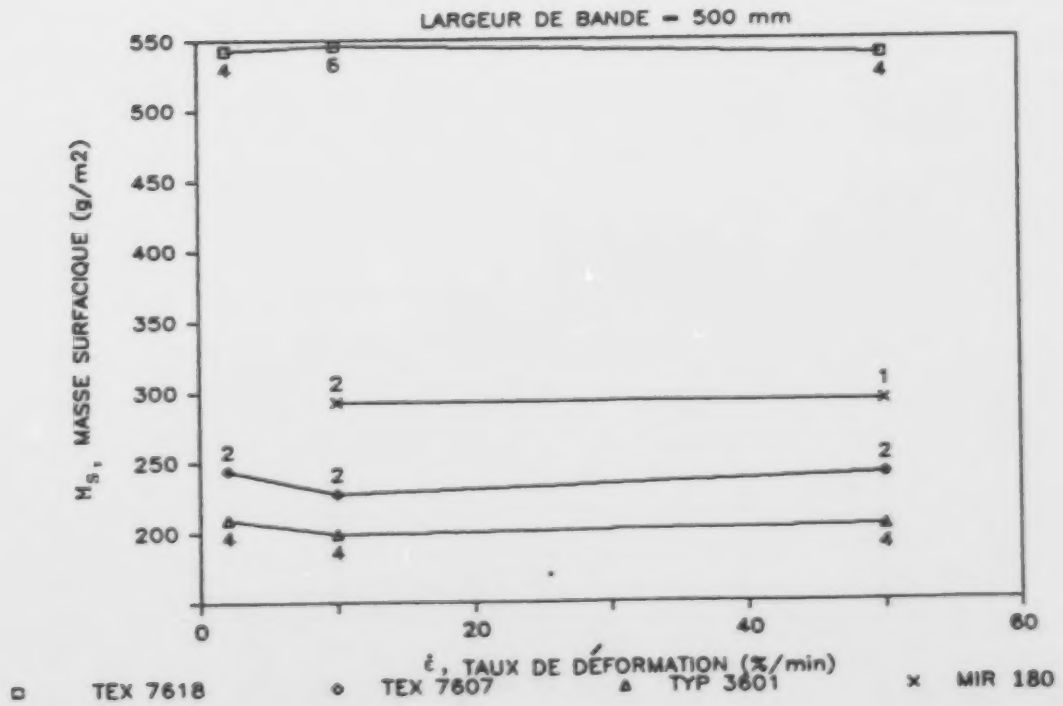


FIGURE 27: résistance versus déformation (pour 4 géotextiles)

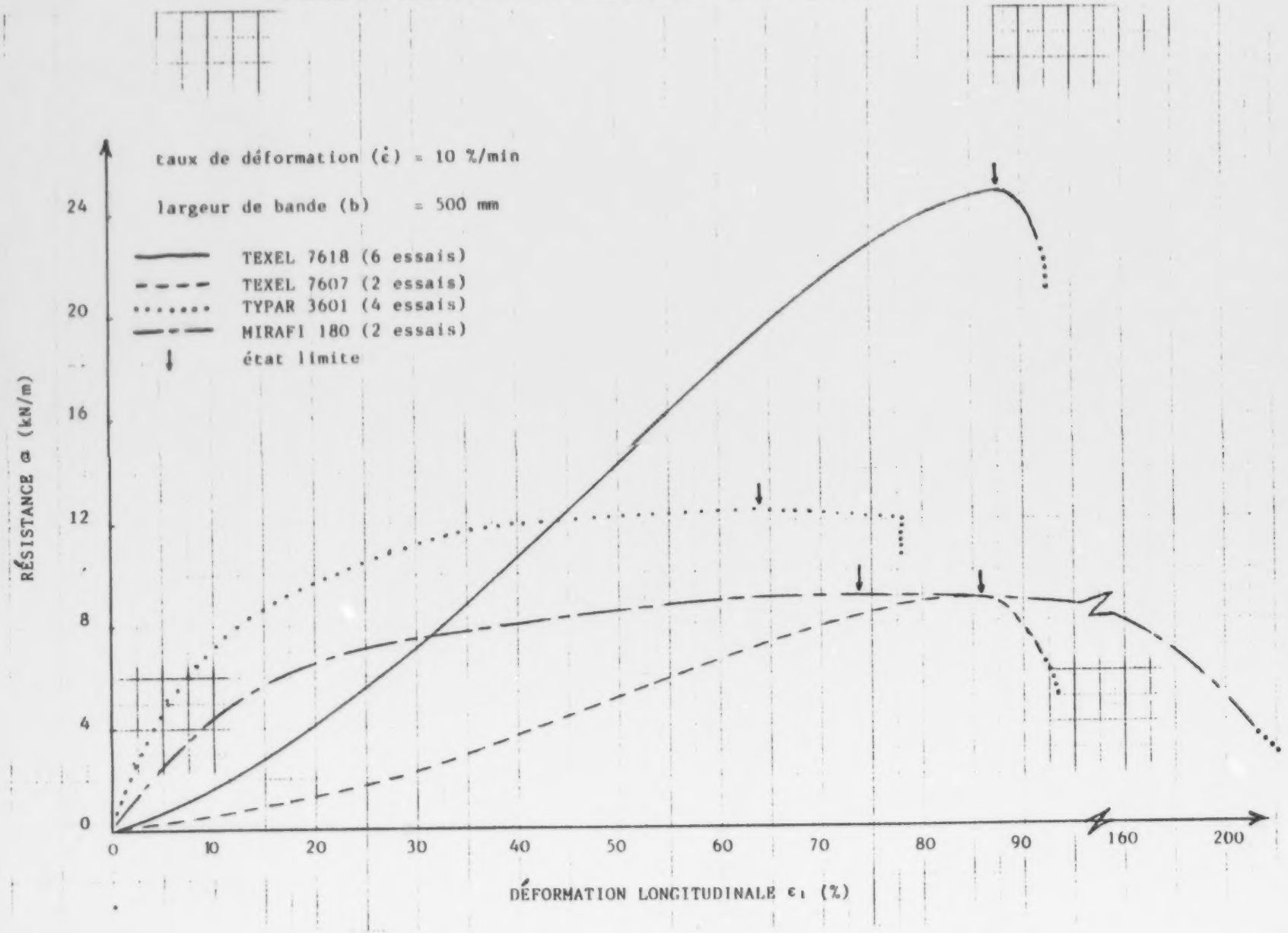
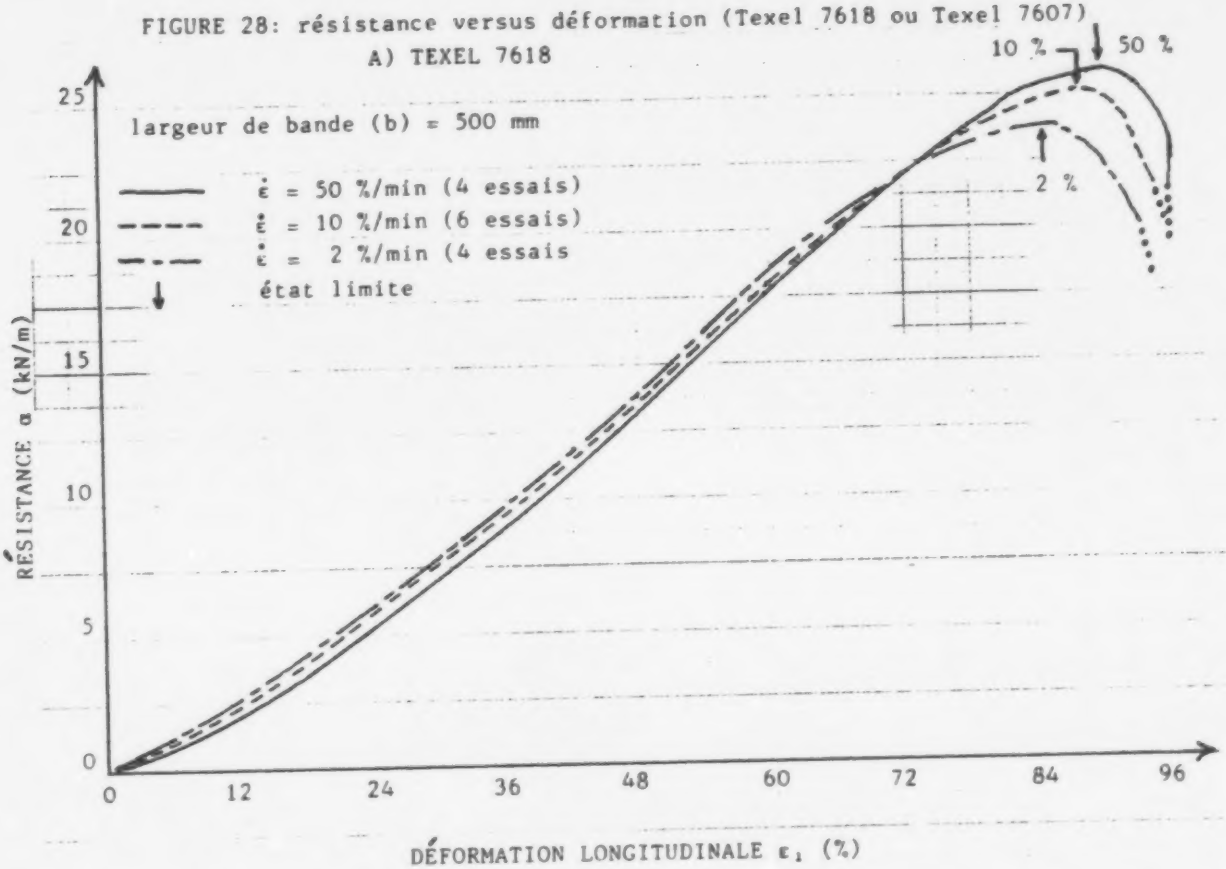
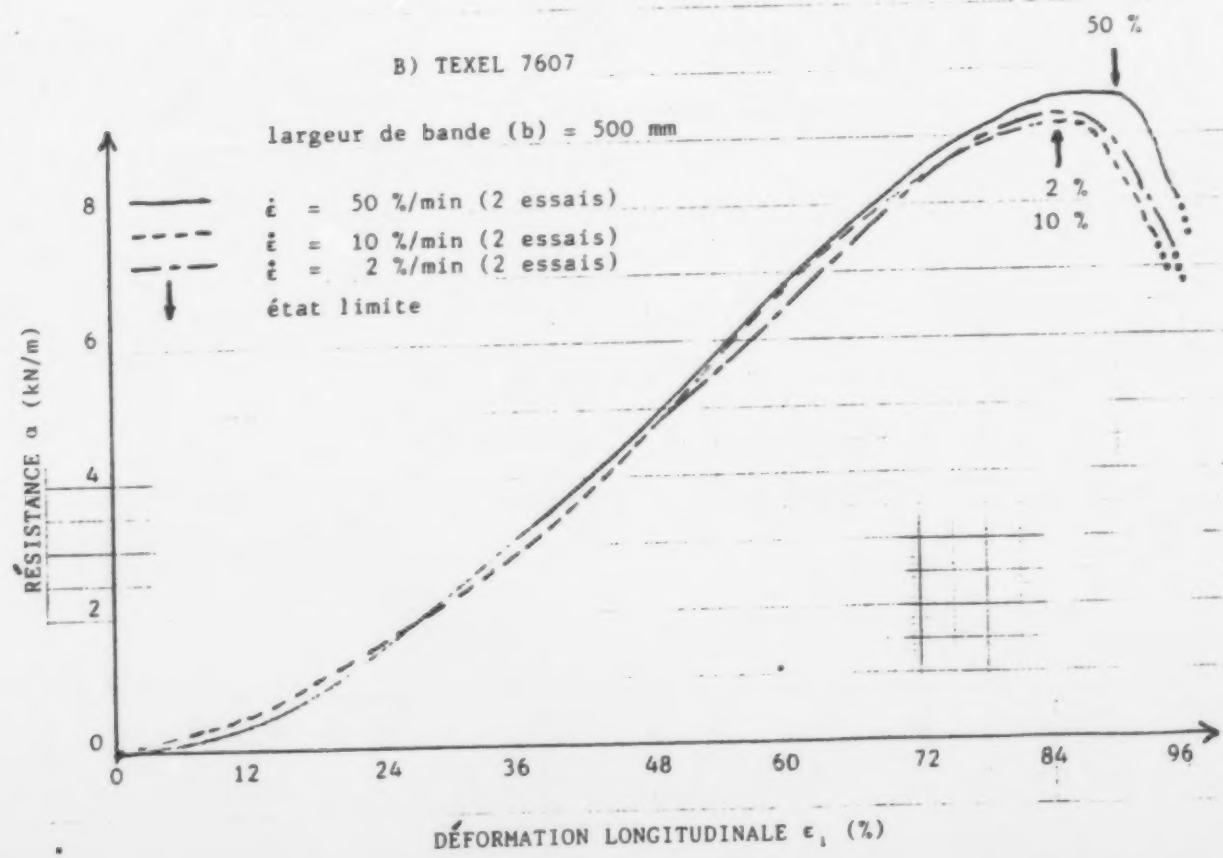


FIGURE 28: résistance versus déformation (Texel 7618 ou Texel 7607)

A) TEXEL 7618



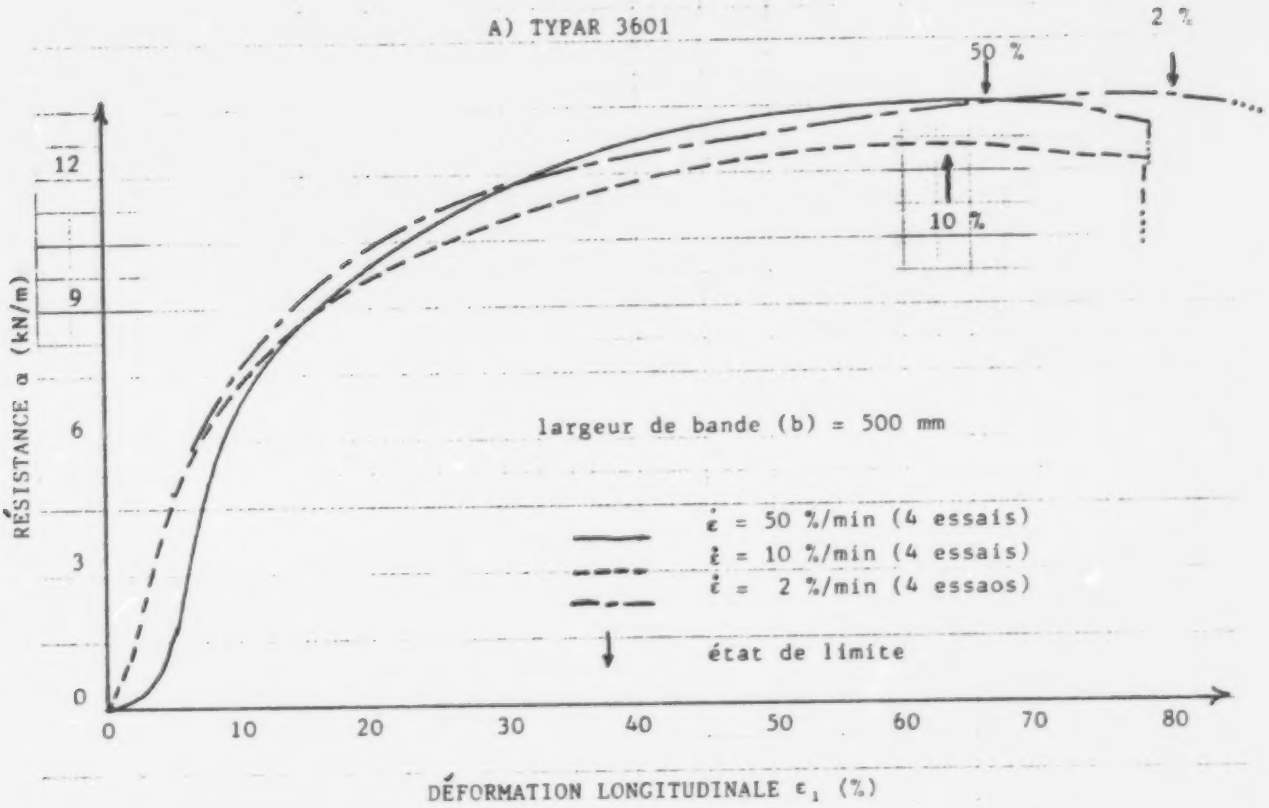
B) TEXEL 7607



46 1512

FIGURE 29: résistance versus déformation (Typar ou Mirafi)

A) TYPAR 3601



B) MIRAFI 180

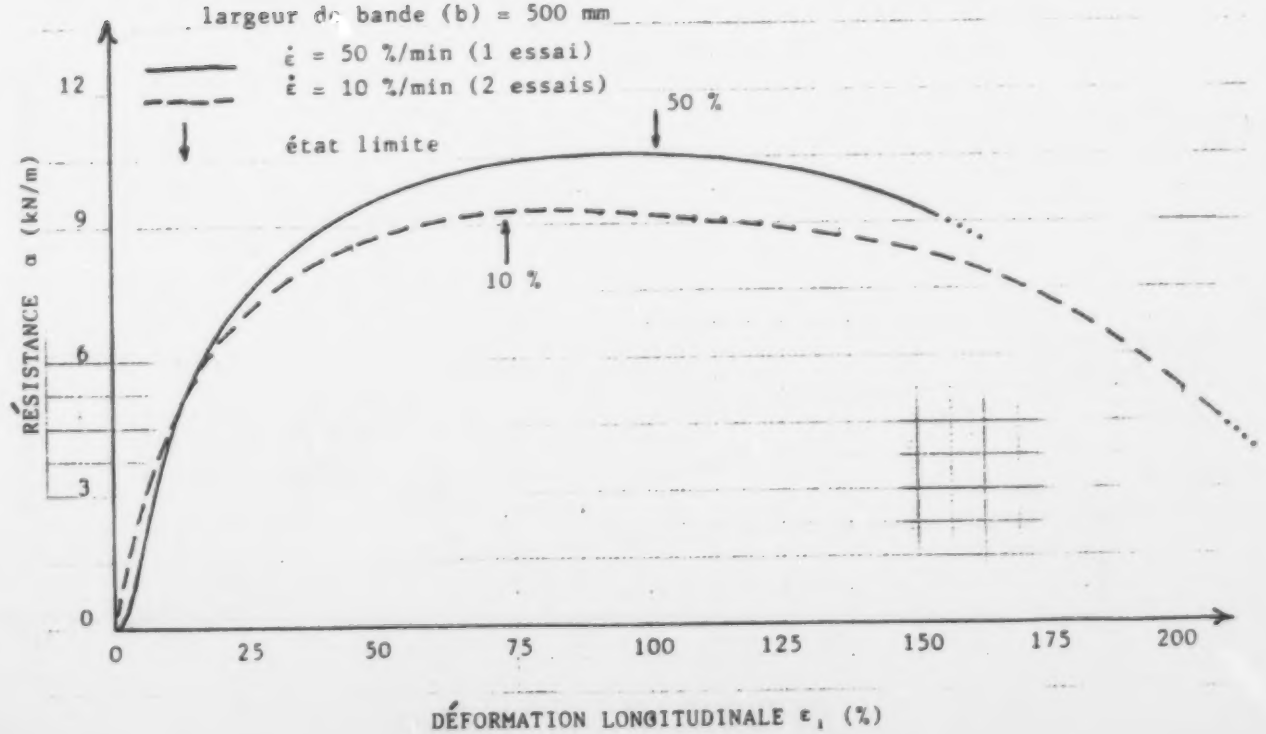
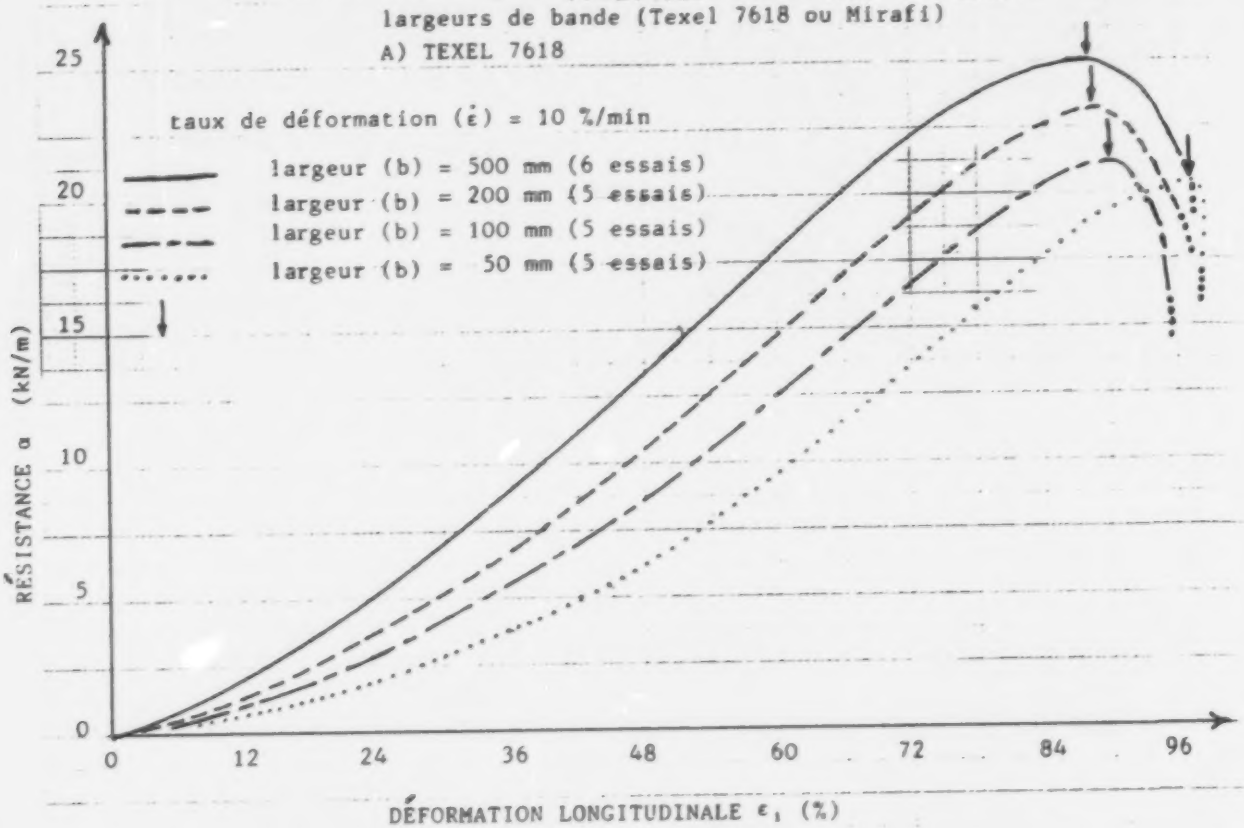


FIGURE 30: résistance versus déformation pour plusieurs largeurs de bande (Texel 7618 ou Mirafi)

A) TEXEL 7618



B) MIRAFI 180

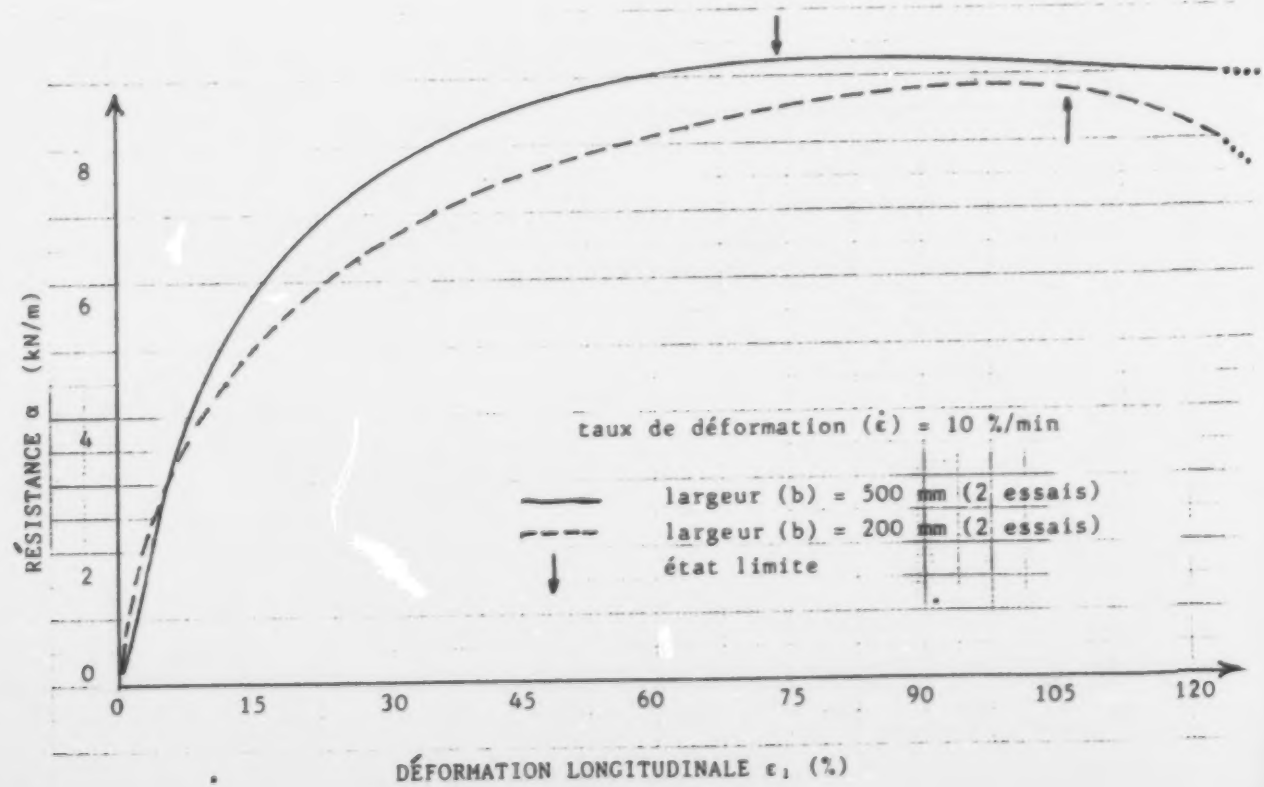


FIGURE 31: déformation transversale versus déformation longitudinale (pour 4 géotextiles).

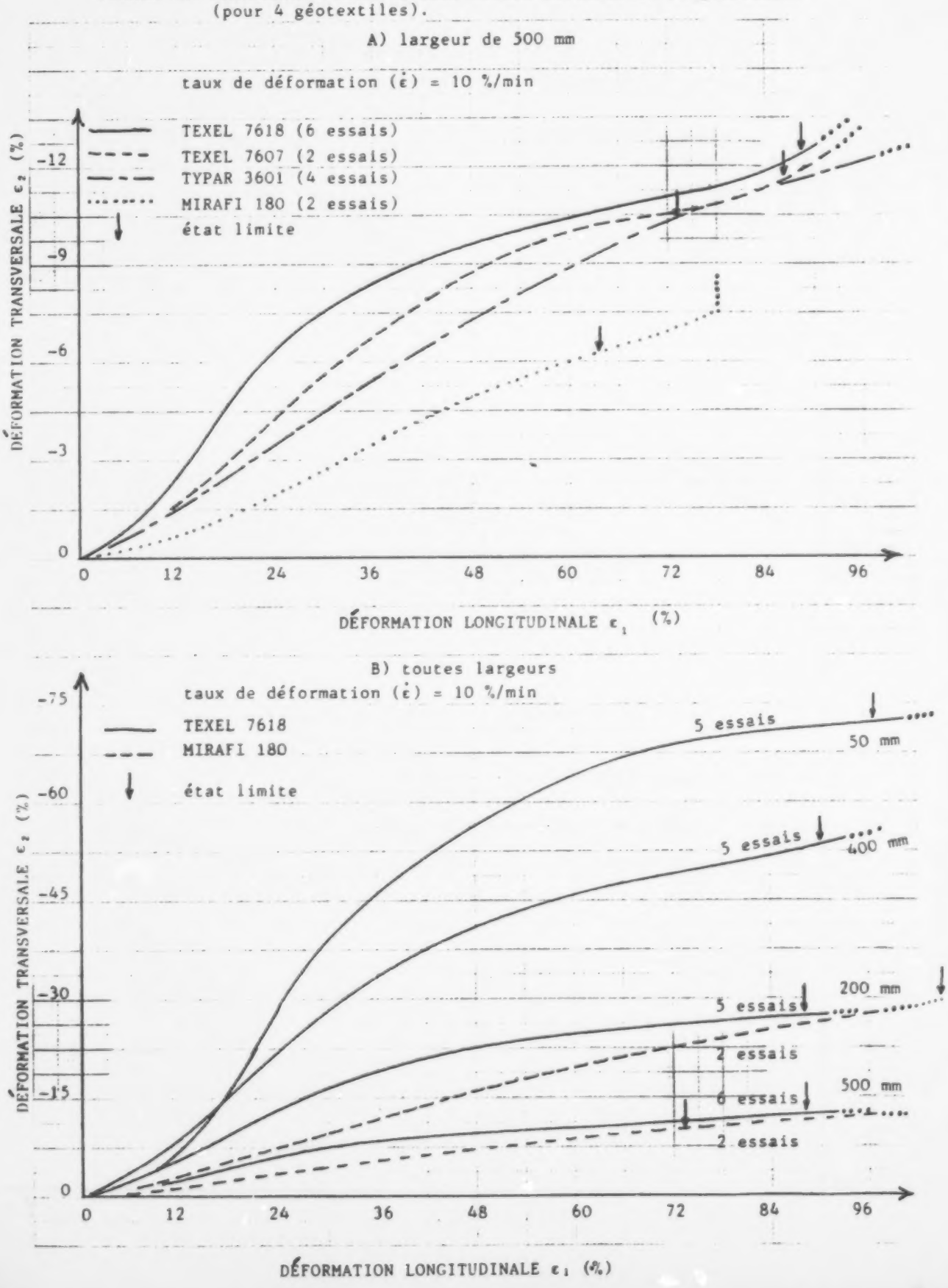
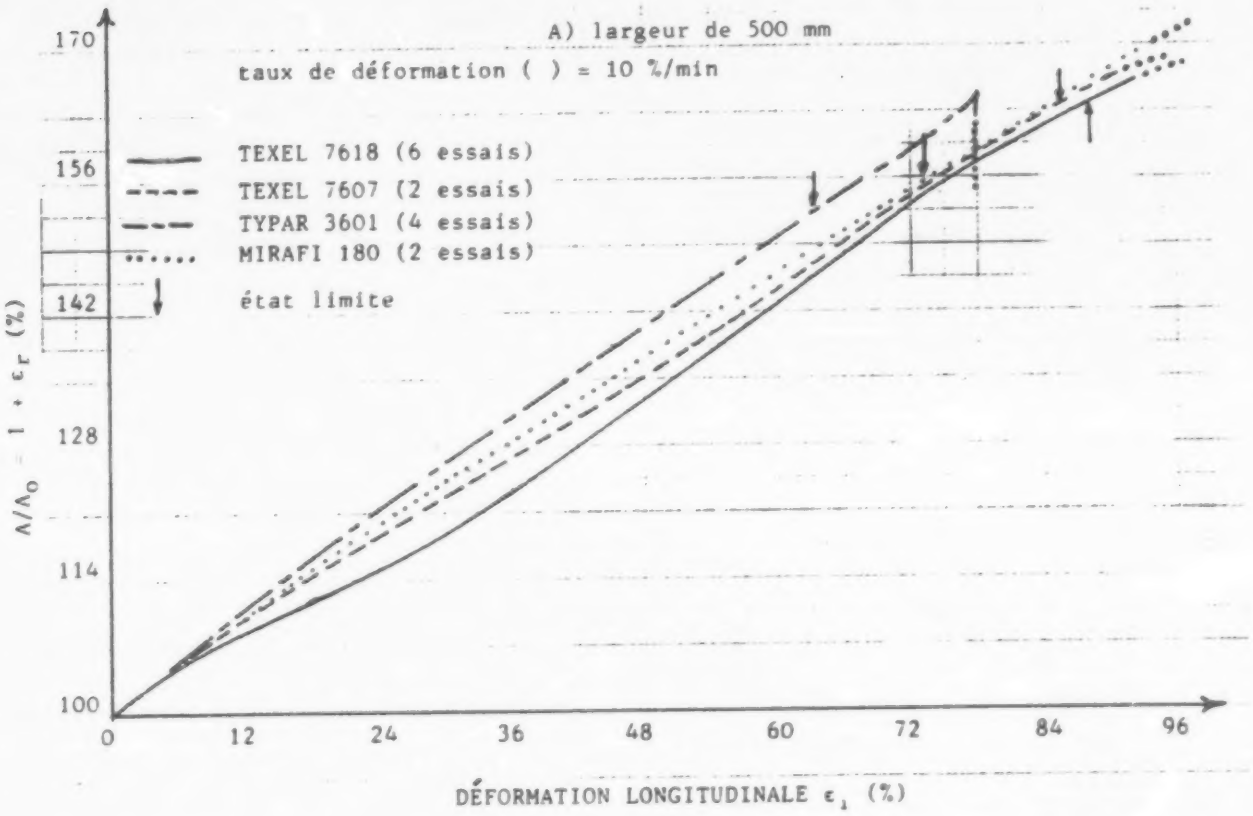
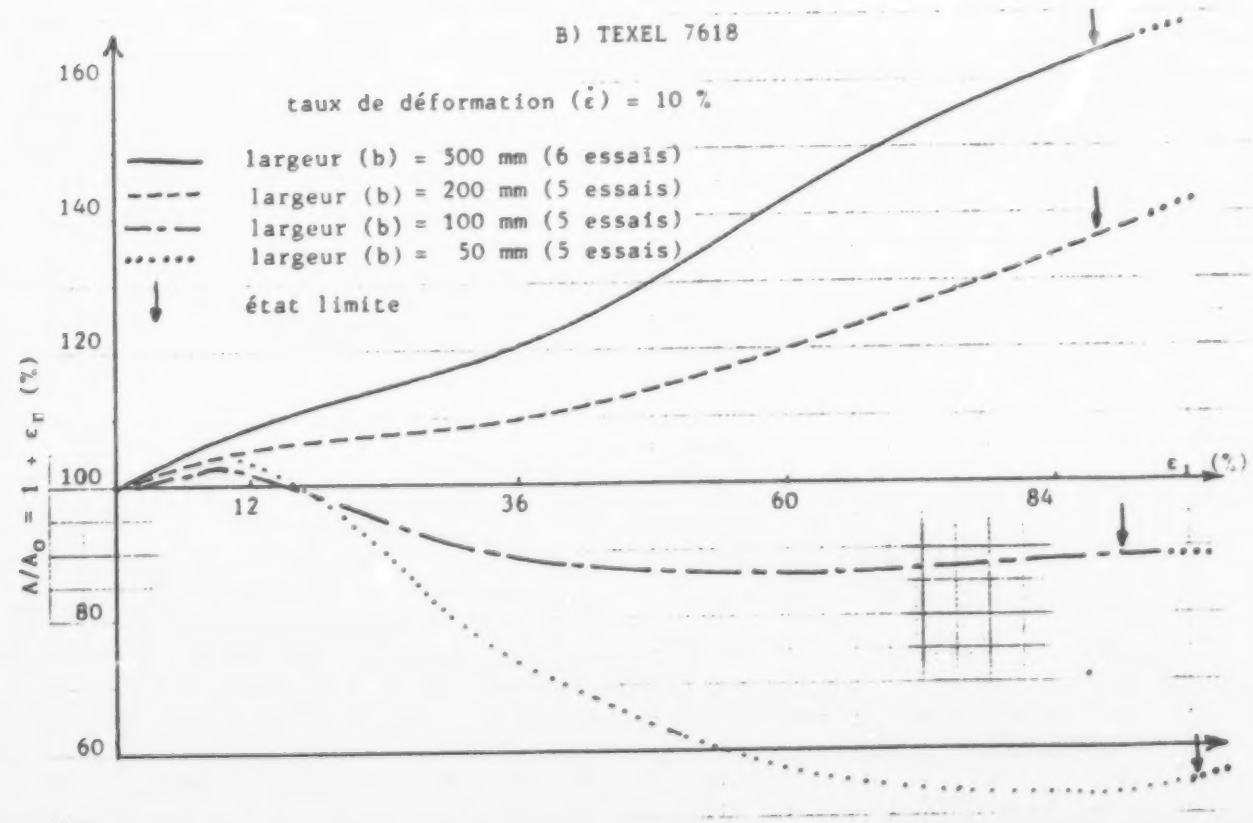


FIGURE 32: déformation surfacique versus déformation longitudinale





LISTE DES SCHÉMAS

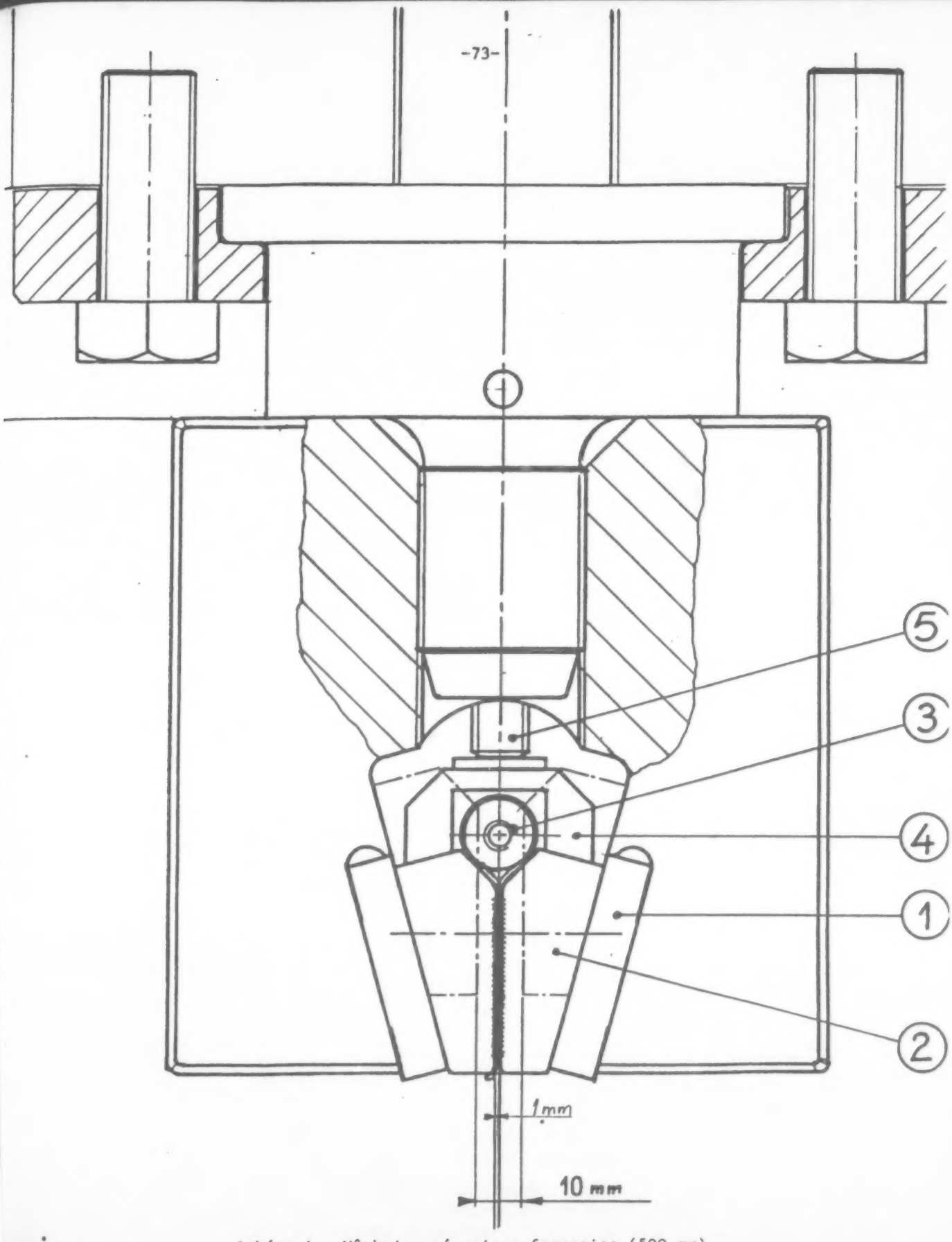
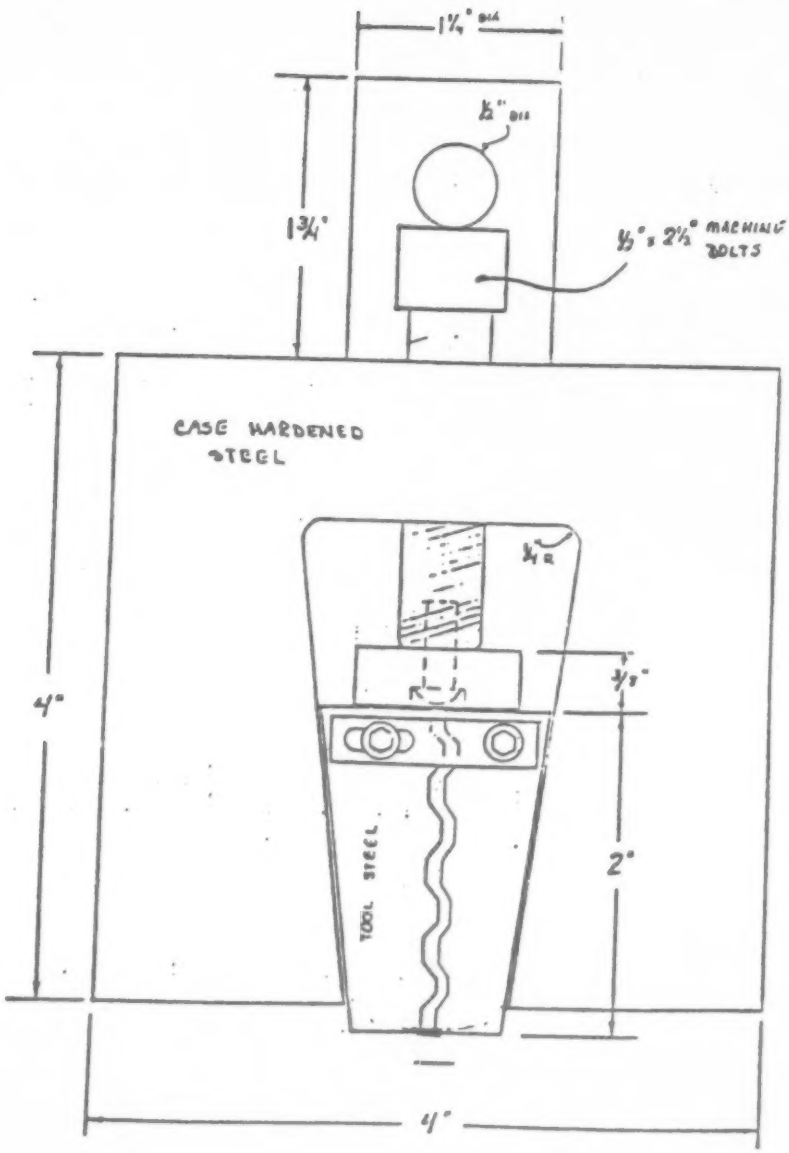


Schéma 1 : Mâchoire mécanique française (500 mm)



END VIEW
FULL SCALE

Schéma 2 : Mâchoire américaine (200 mm)

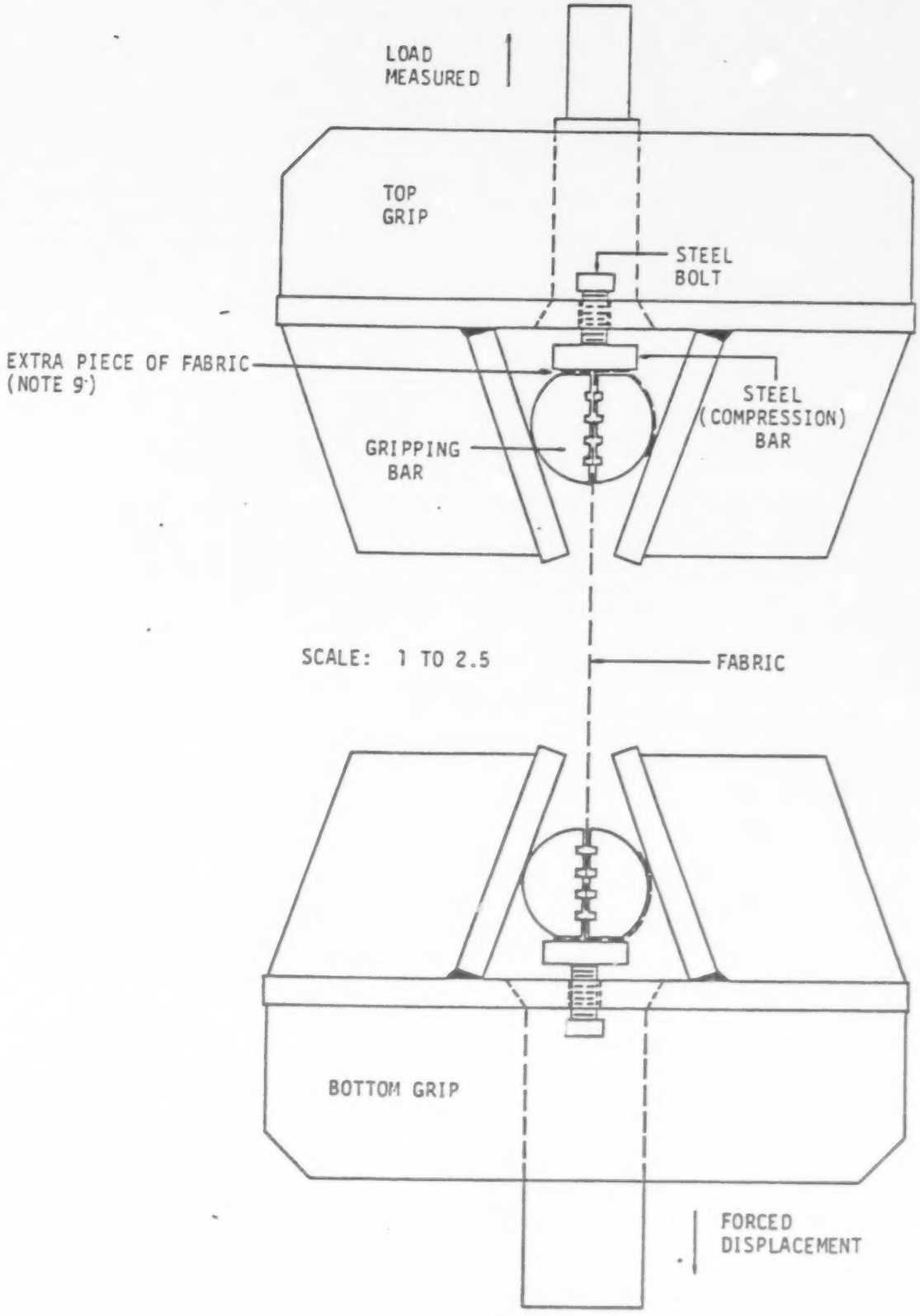


SCHÉMA 3 : Mâchoires canadiennes (200 mm ou 500 mm) et système de serrage.

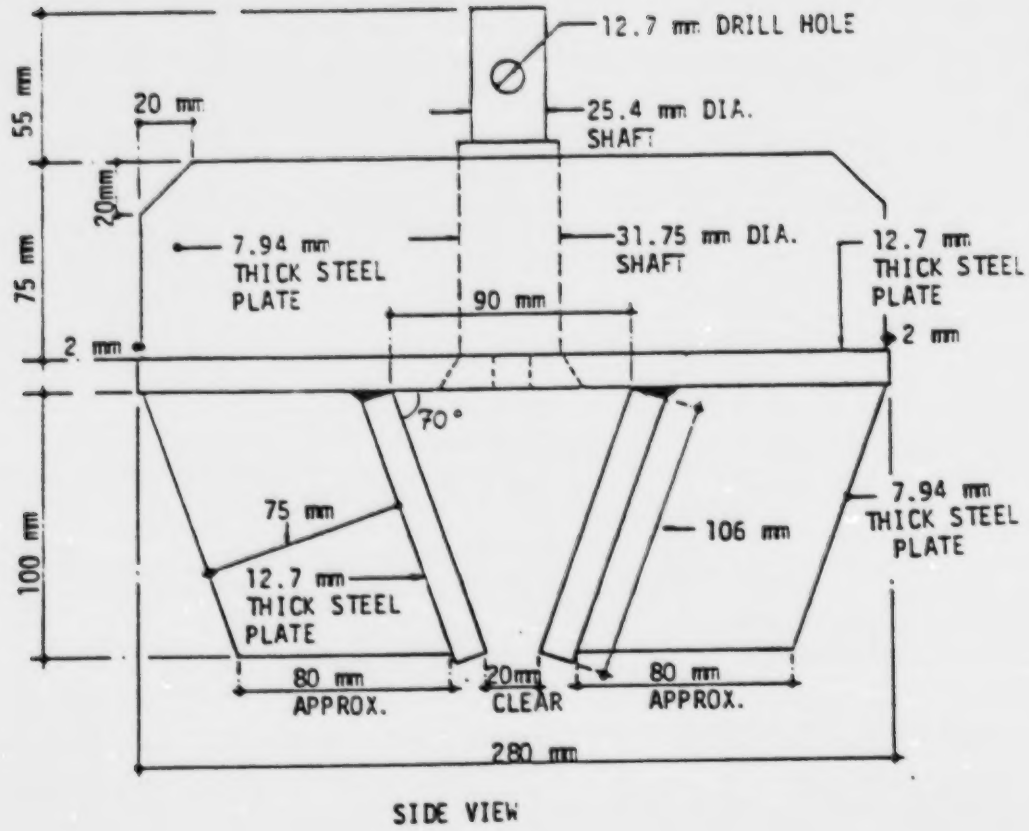


SCHÉMA 4 : Mâchoire supérieure en profil.

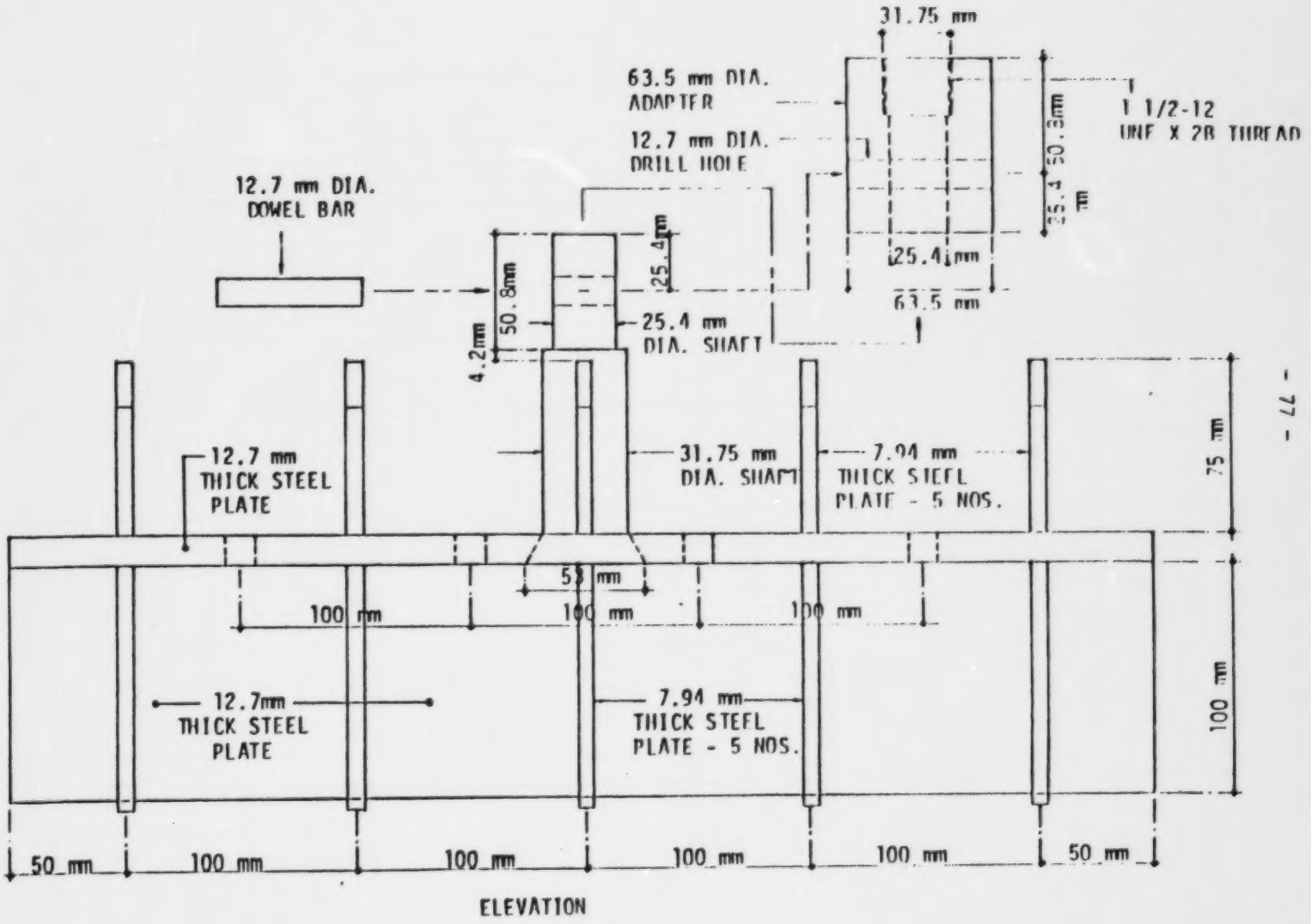
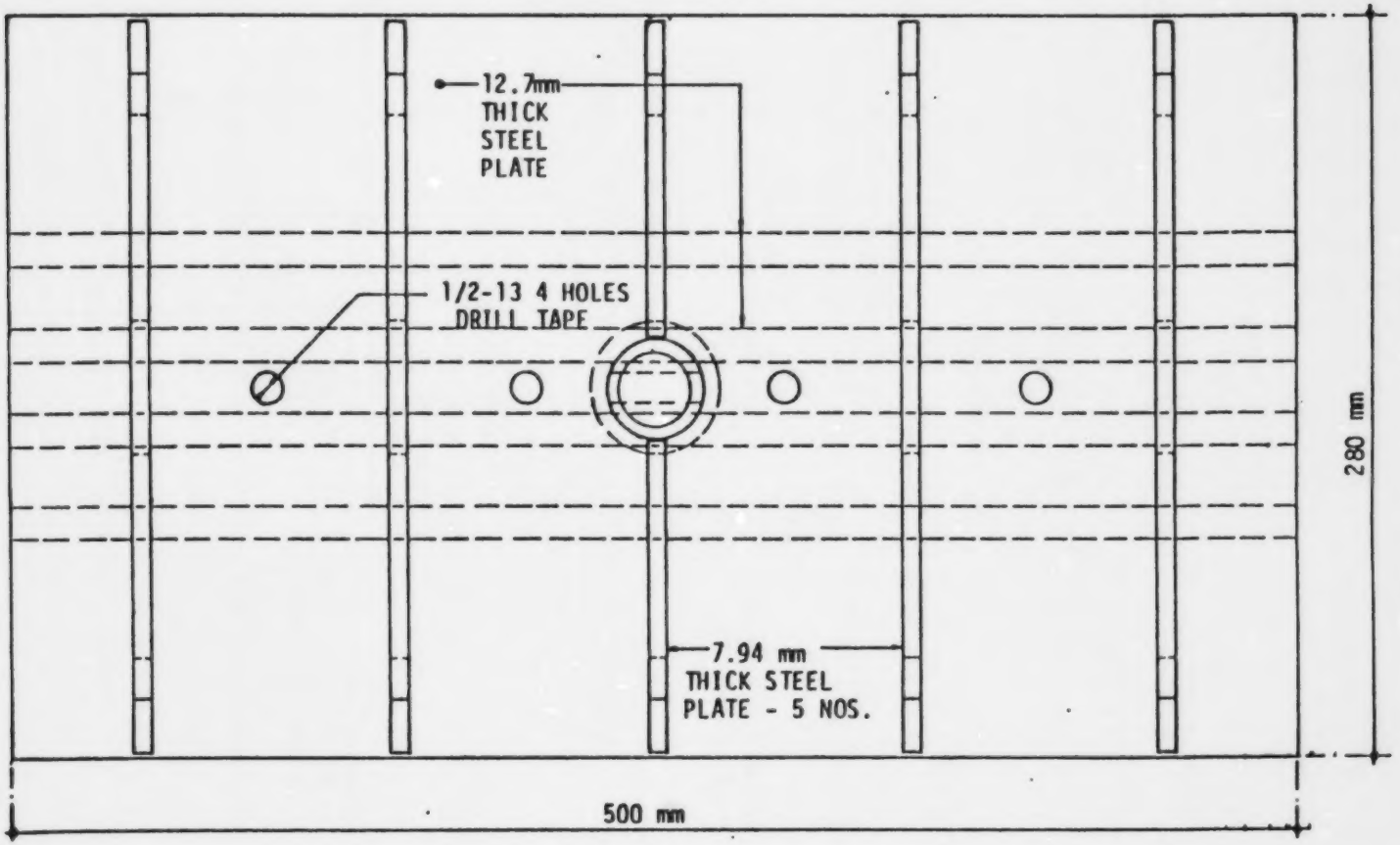


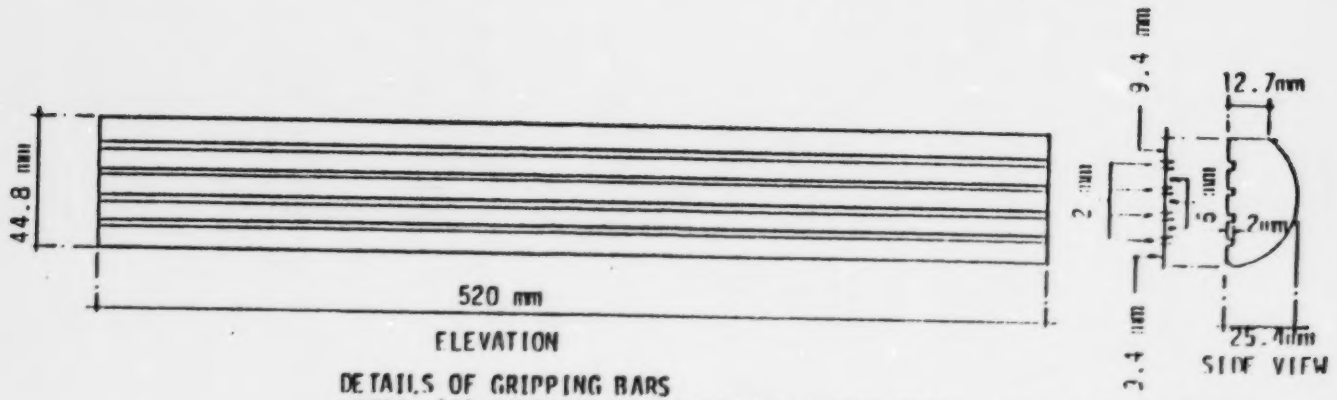
SCHÉMA 5 : Mâchoire supérieure en élévation



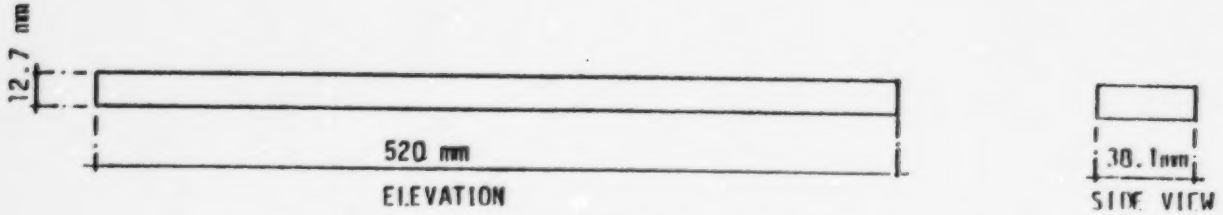
PLAN VIEW

NOTES: (1) BOTTOM GRIP SAME AS TOP GRIP
(2) ALL MATERIALS TO BE HOT ROLL (H.R.) STEEL
(3) CONTINUOUS WELDINGS TO BE PROVIDED AT ALL JOINTS
(4) SCALE: 1 TO 2.5

SCHÉMA 6 : Vue en plan



DETAILS OF GRIPPING BARS
NOTES: (1) MATERIAL TO BE POLYCARBONATE RESIN - LEXAN OR ALUMINIUM
(2) TOTAL 4 NOS.



DETAILS OF STEEL BARS
NOTES: (1) MATERIAL TO BE HOT ROLL (H.R.) STEEL
(2) TOTAL 2 NOS.

SCHÉMA 7 : Coupe du système de serrage (mors, goupille, barre de compression).

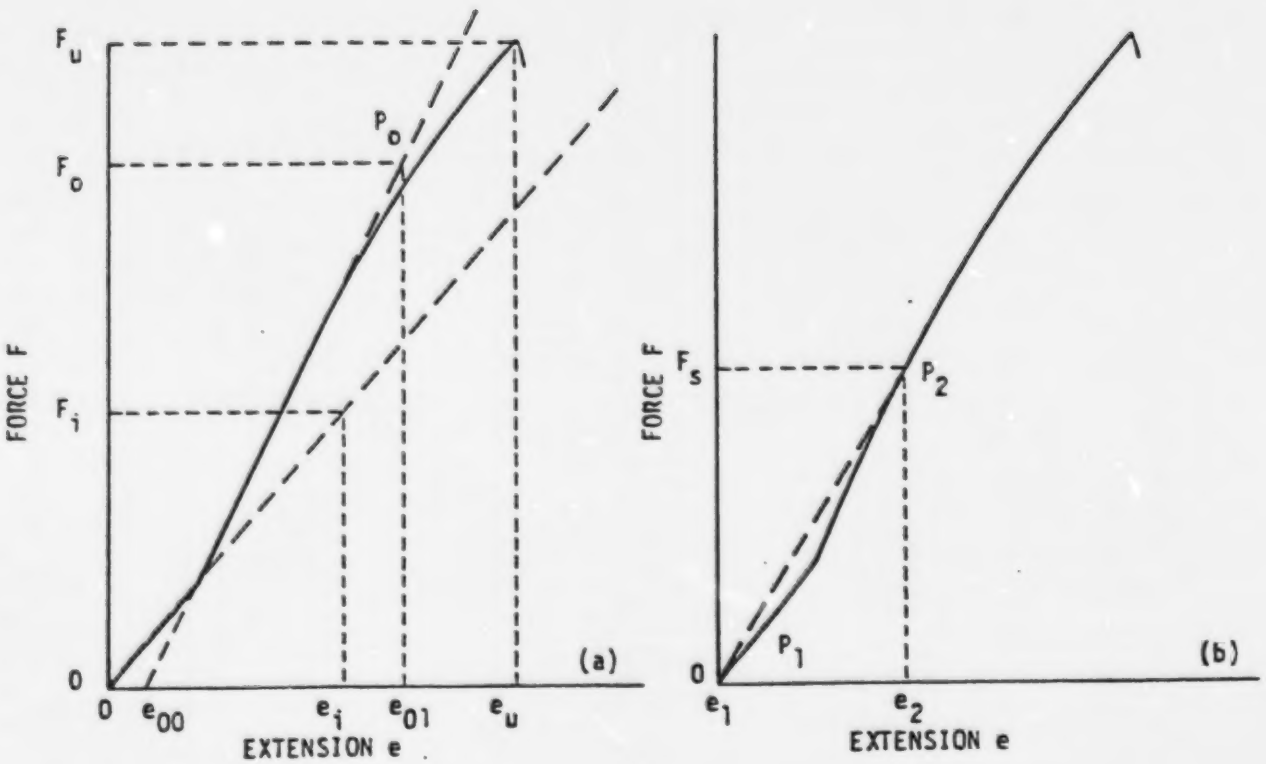


SCHÉMA 8 : Courbe effort versus allongement

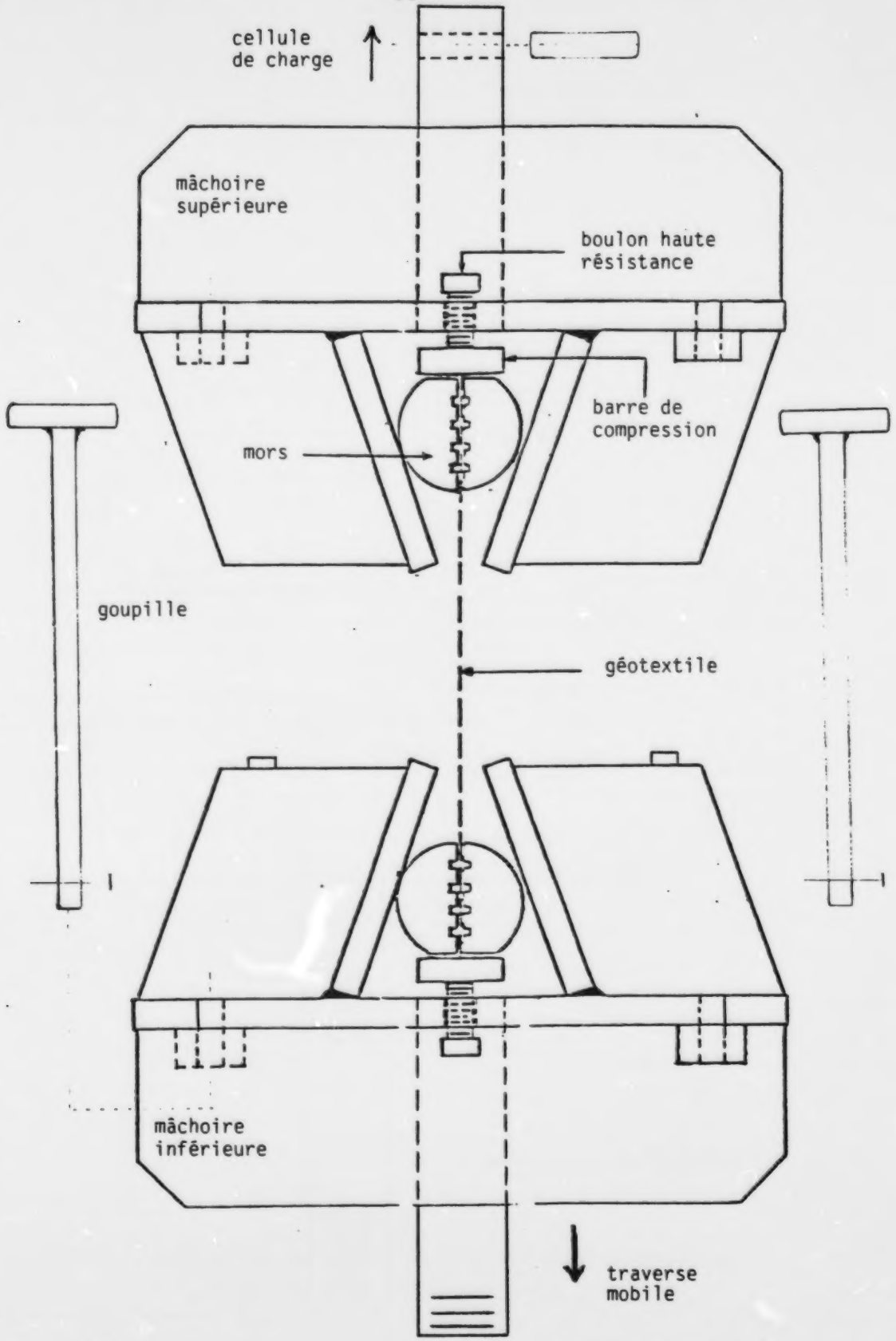
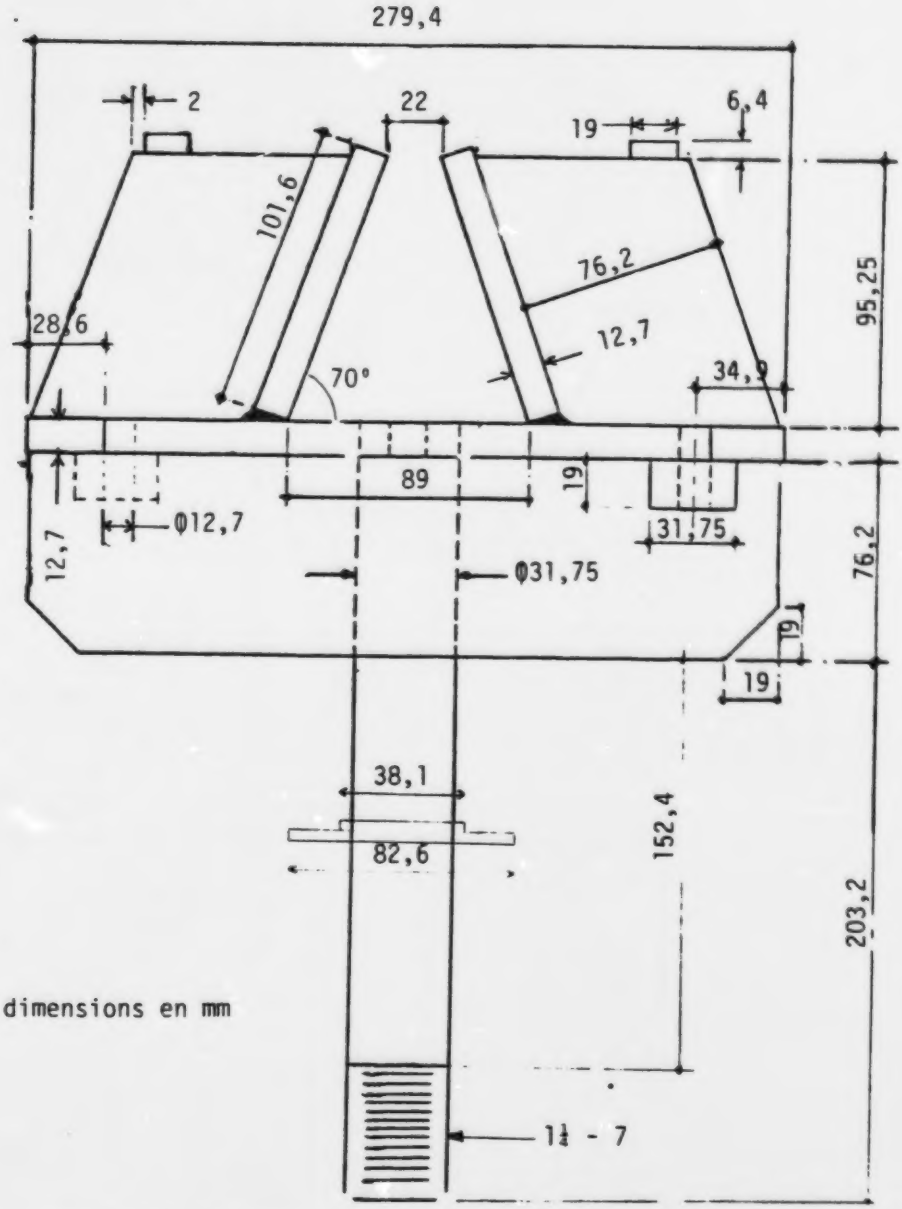
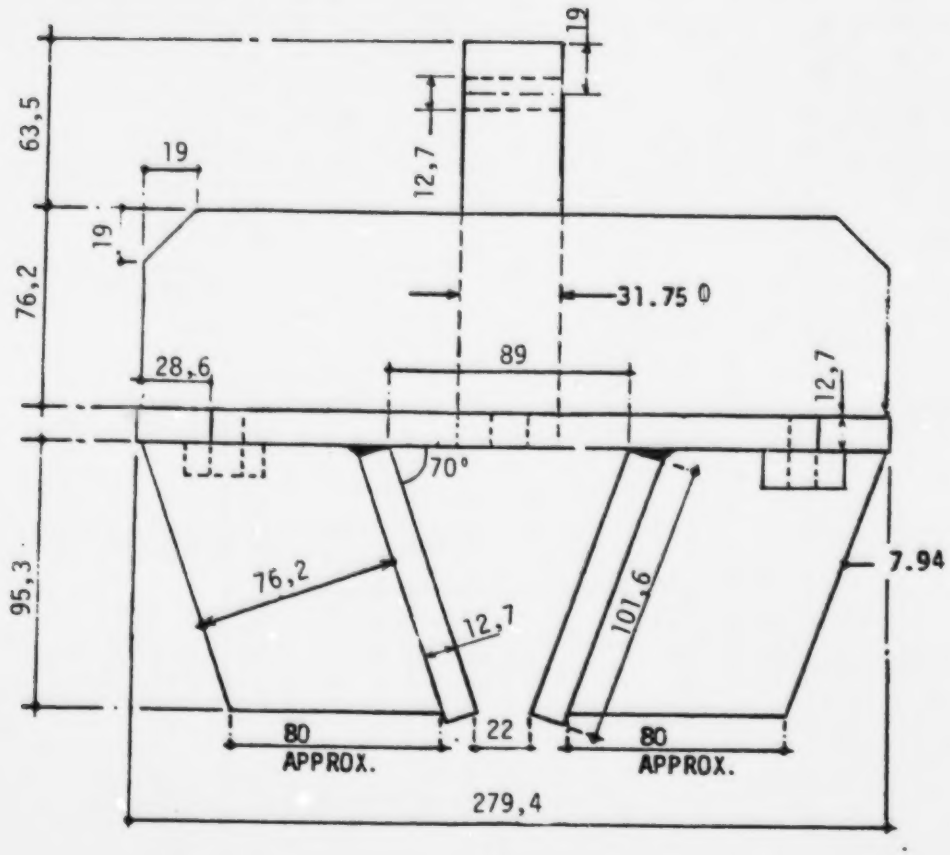


SCHÉMA 9 : Mâchoires bandes larges (Laboratoire central)



Toutes dimensions en mm

SCHÉMA 10 : Mâchoire inférieure en profil (Laboratoire central)



toutes dimensions en mm.

SCHÉMA 11 : Mâchoire supérieure en profil (Laboratoire central)

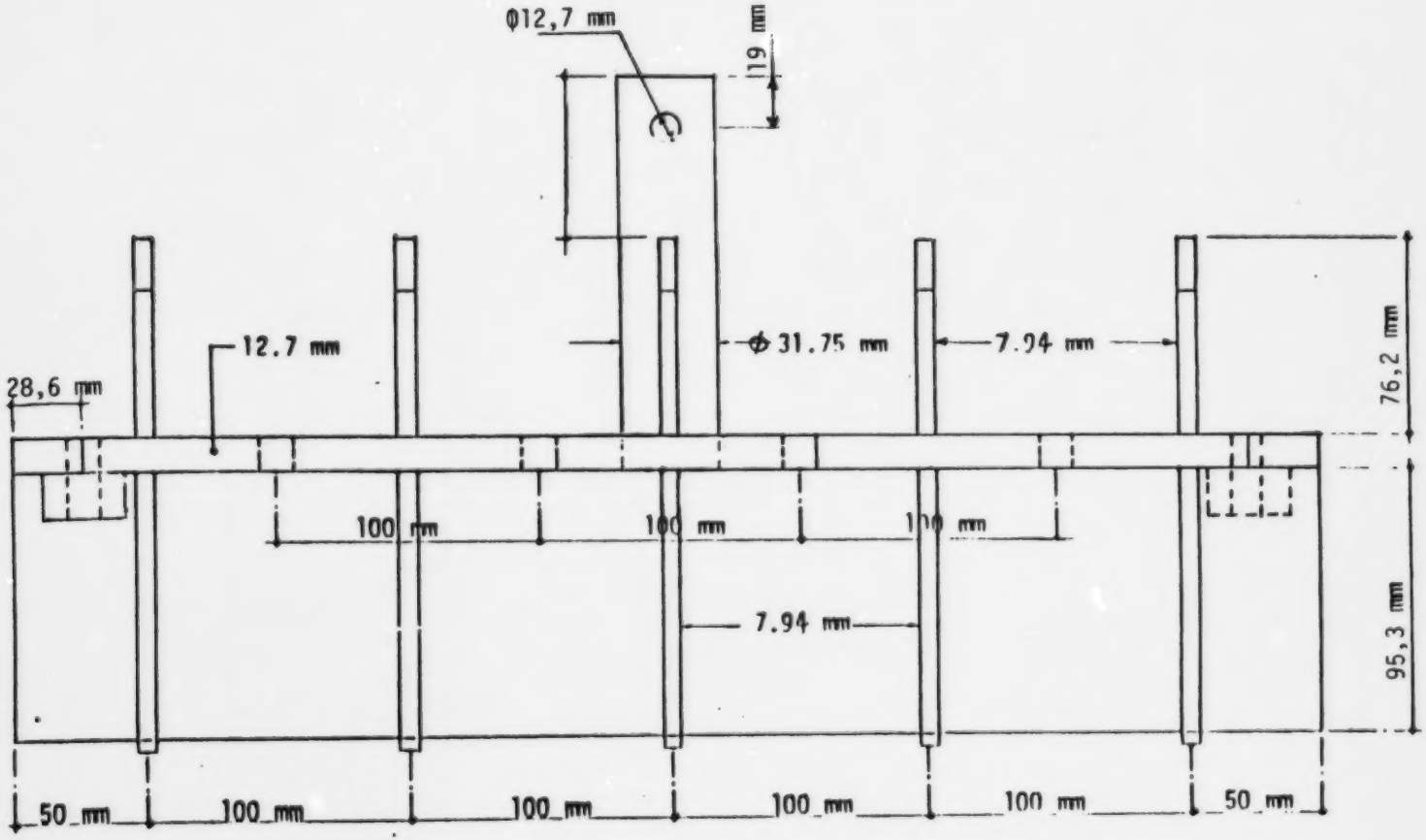


SCHÉMA 12 : Mâchoire supérieure en élévation (Laboratoire central)

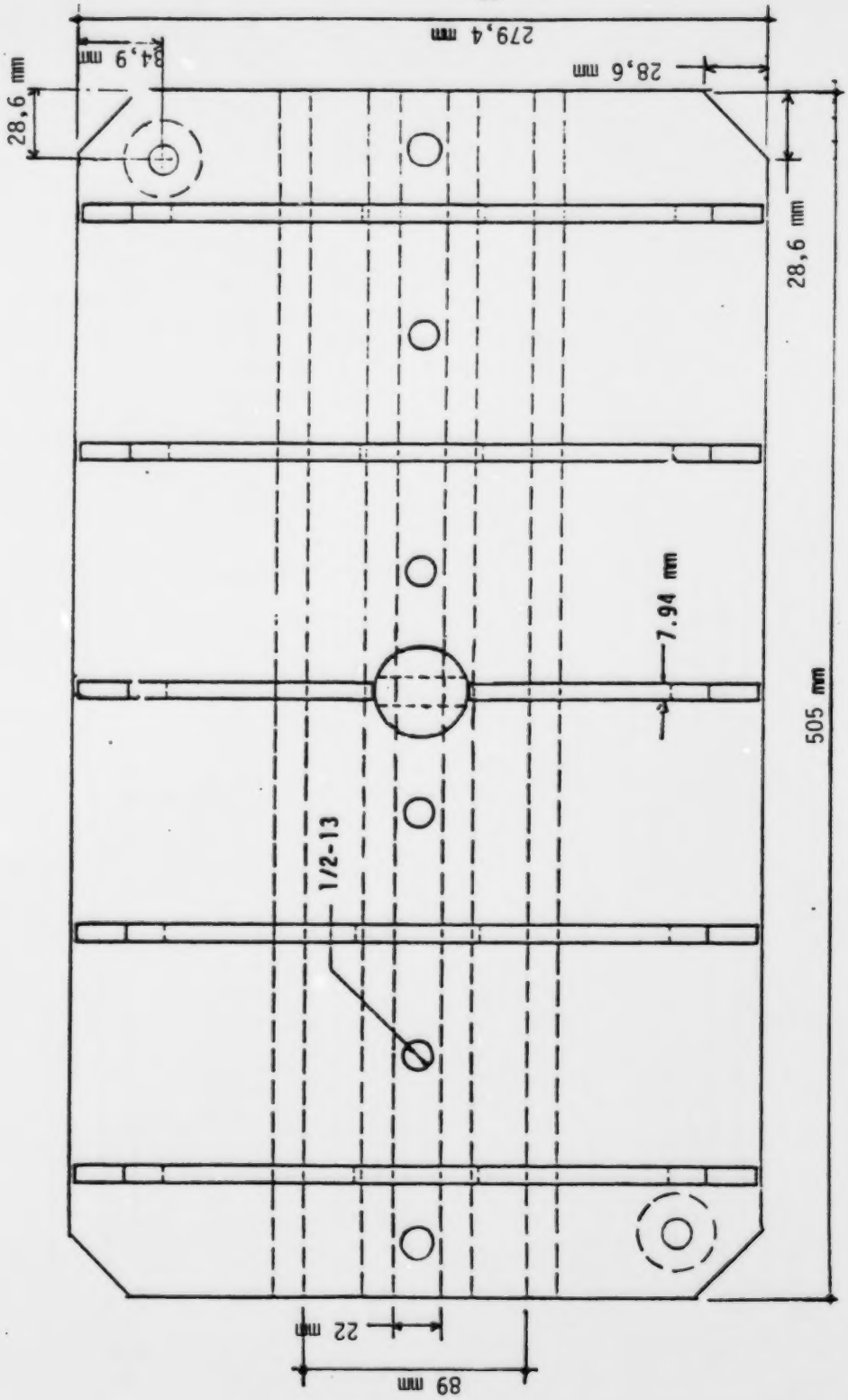
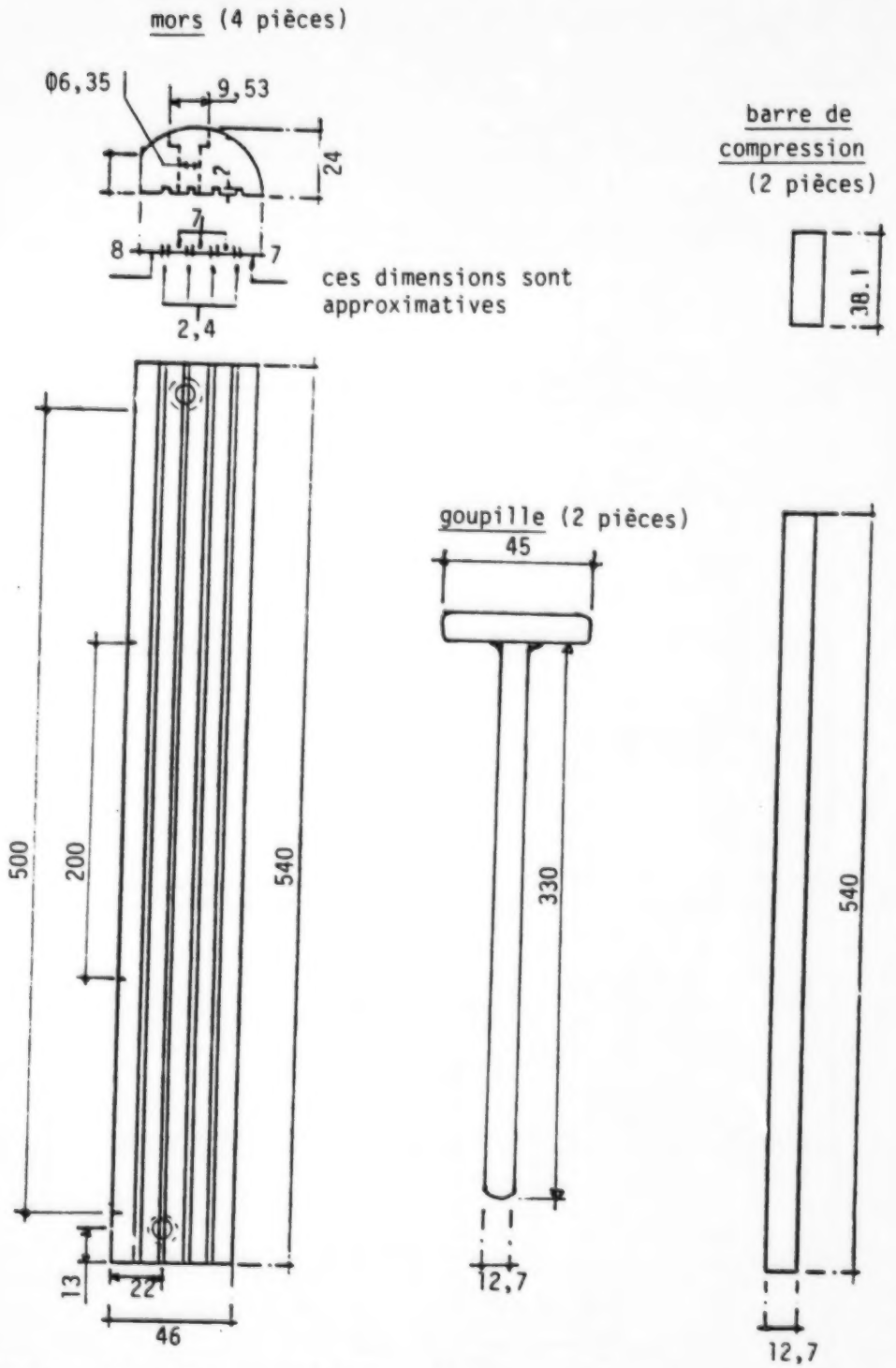


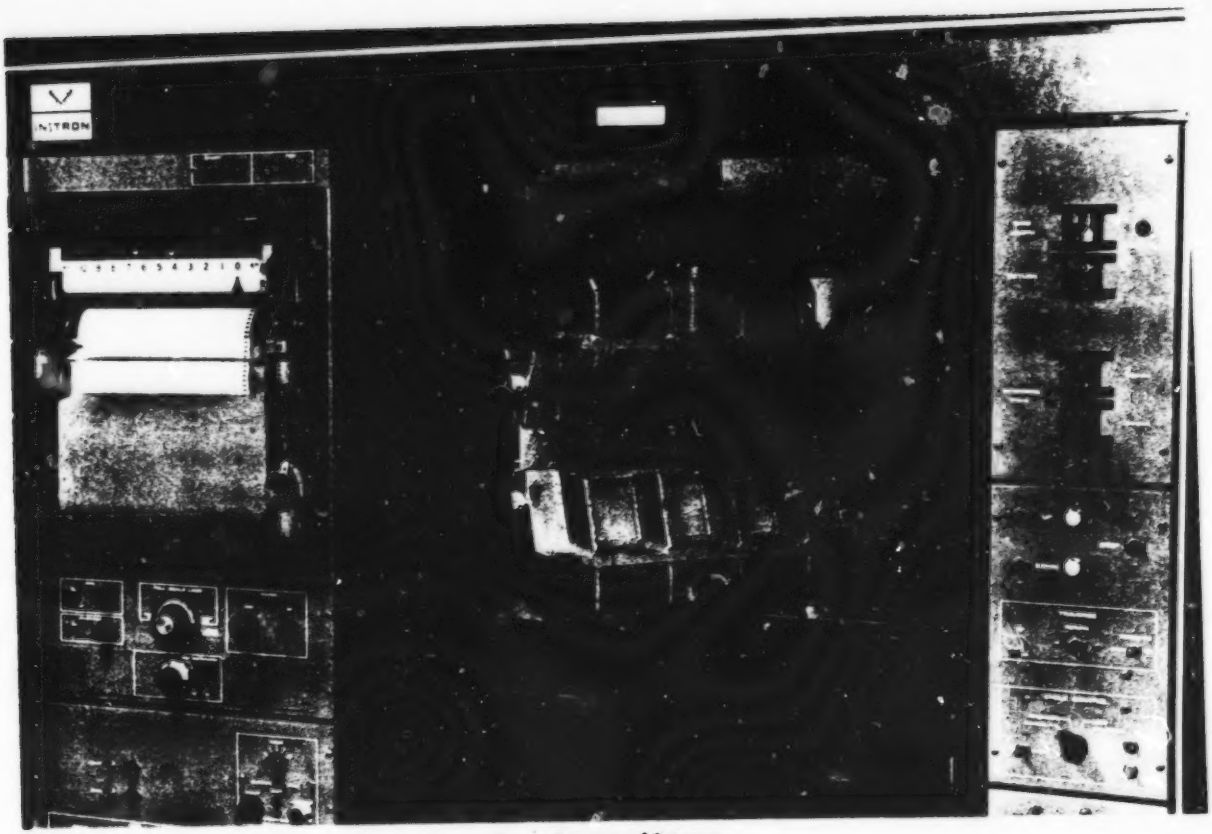
SCHÉMA 13 : Mâchoire inférieure ou supérieure en plan (Laboratoire central)



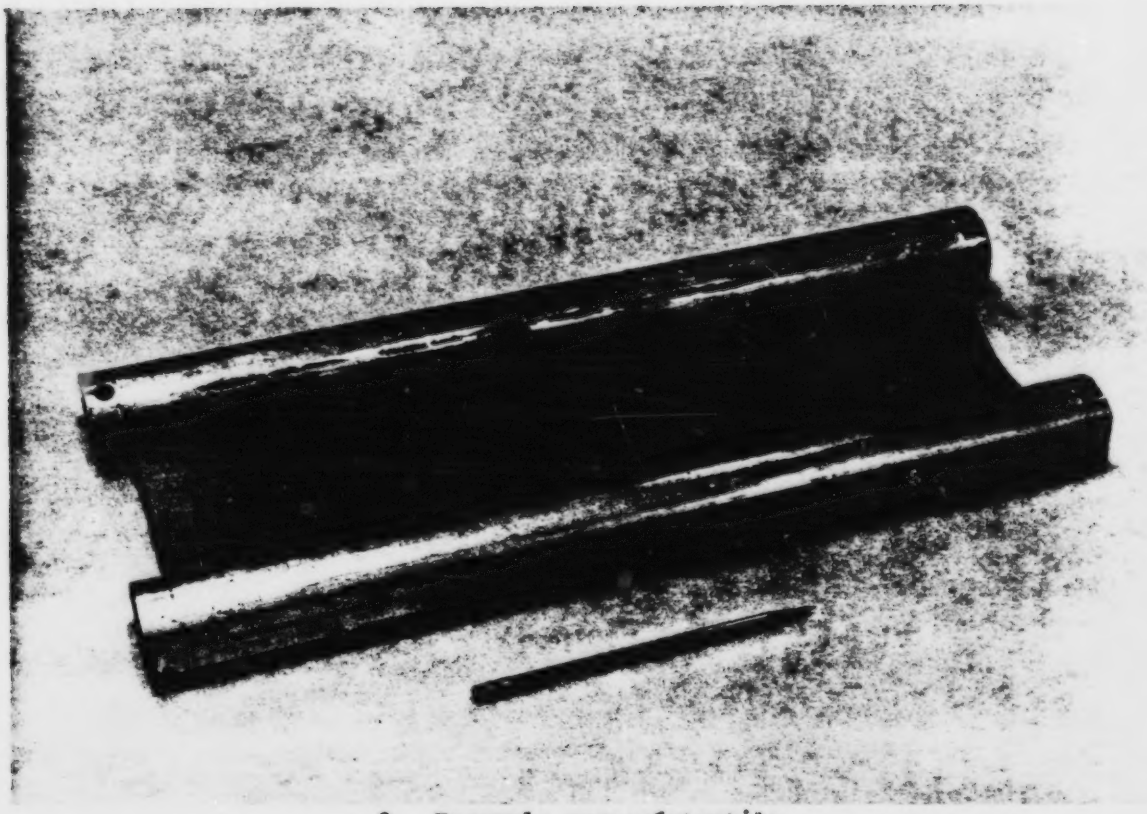
NOTE: Toutes les dimensions sont en mm. Chaque extrémité de paire de mors comprend une vis de type Allen à po.; l'arête du bord interne des mors est arrondie à 0,5 mm de rayon.

SCHÉMA 14 : mors, goupille, barre de compression, en élévation (Laboratoire central).

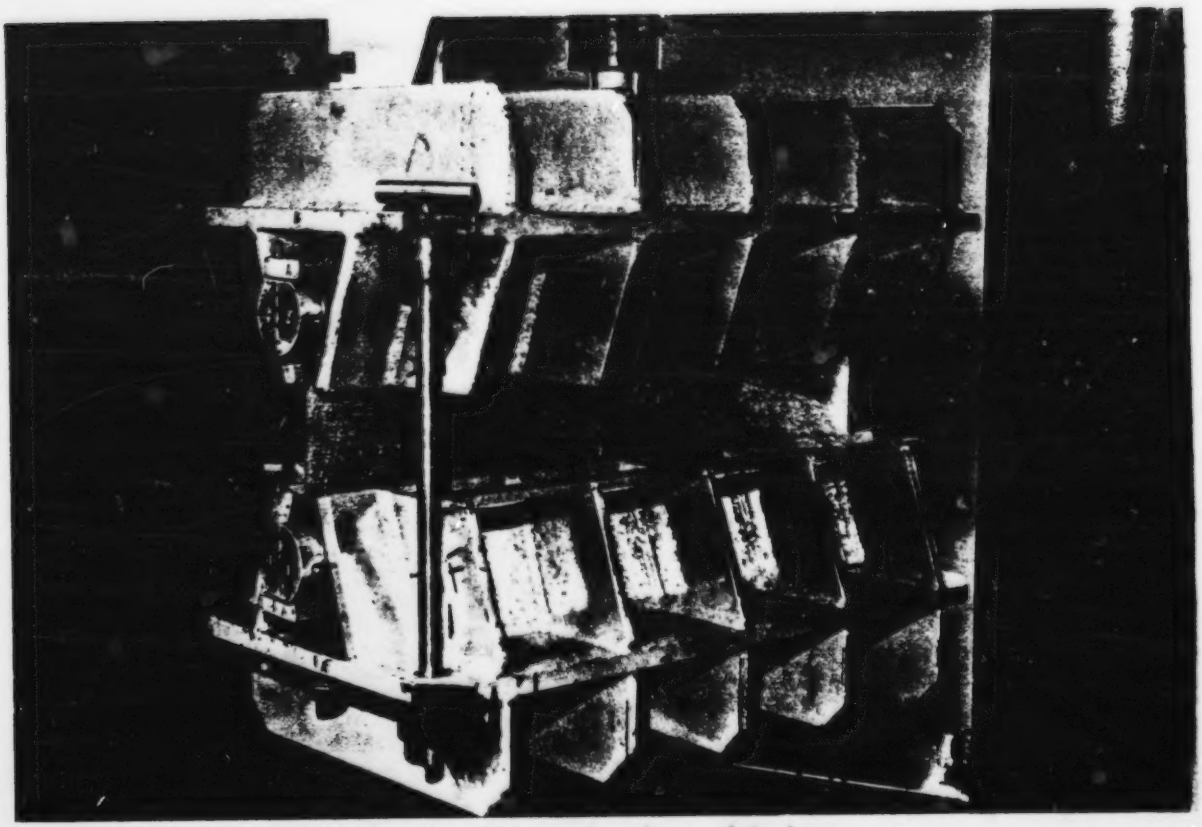
LISTE DES PHOTOS



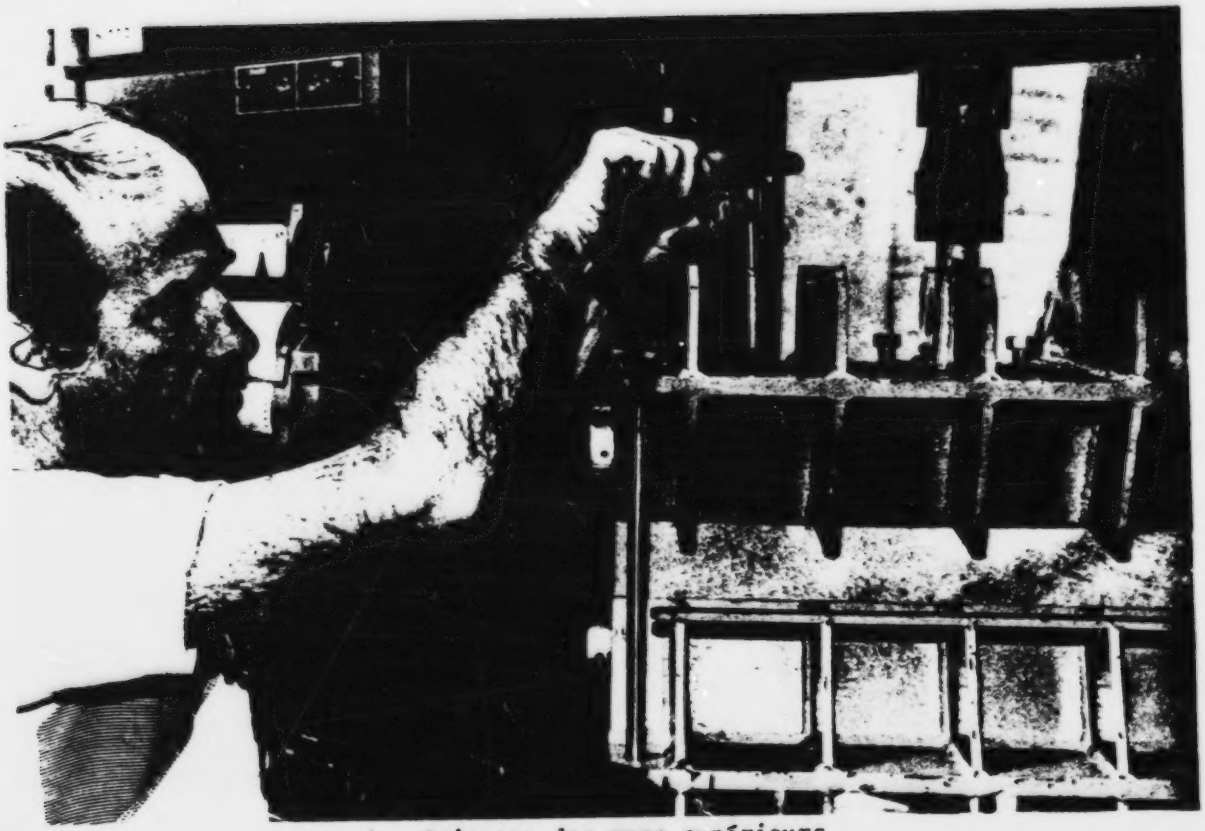
1. Appareillage



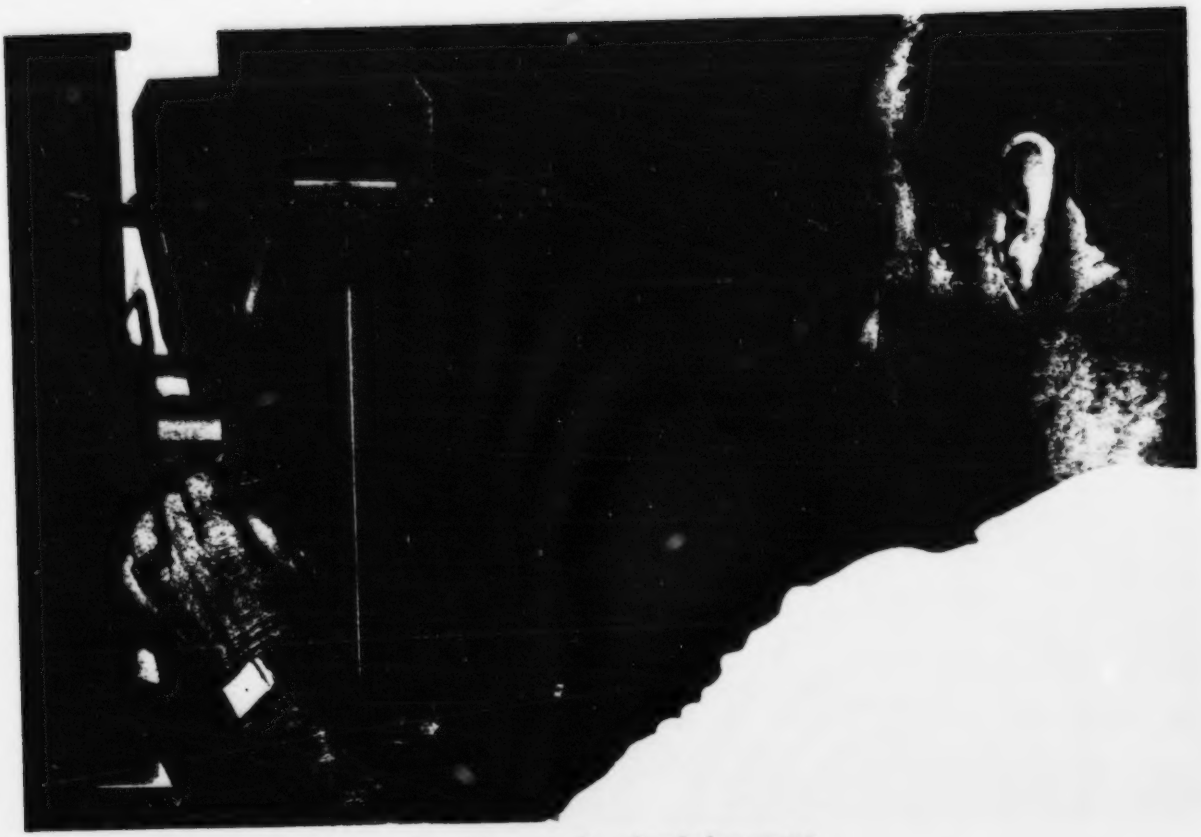
2. Ensemble mors-géotextile



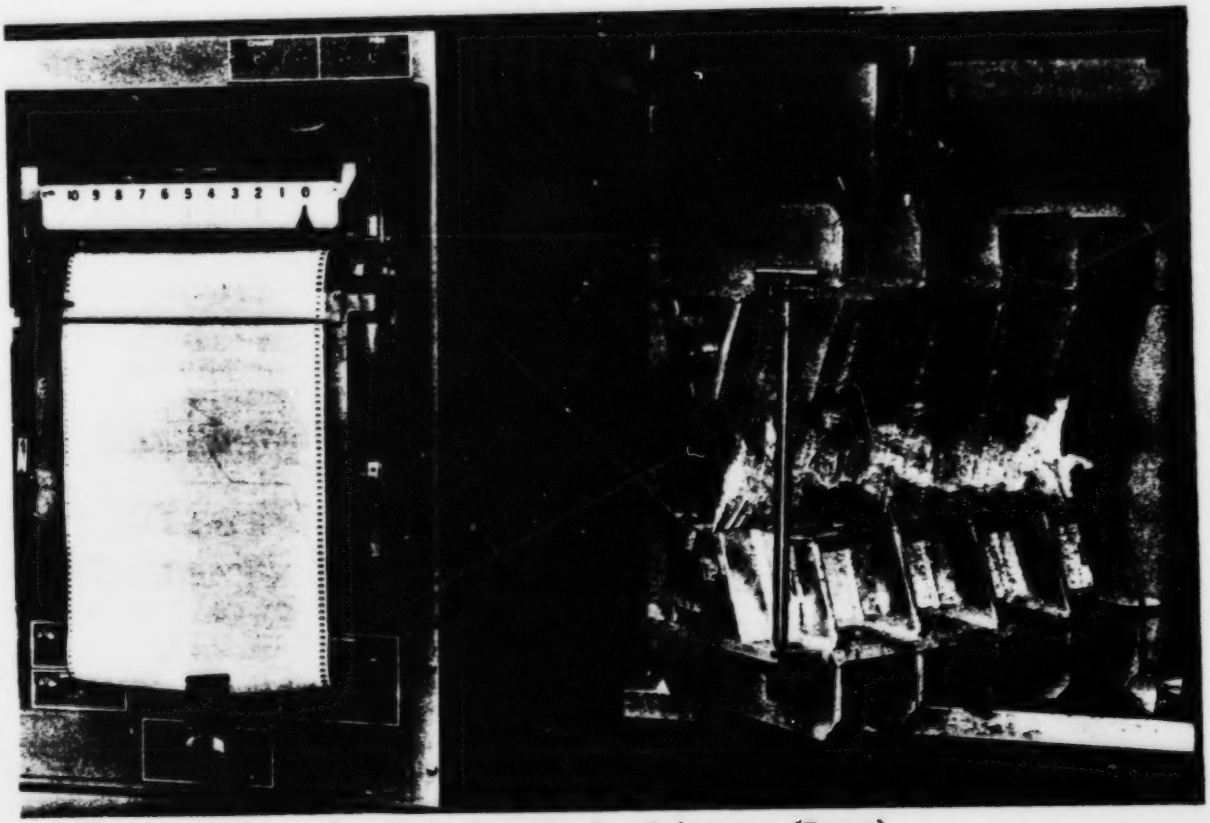
3. Goupillage des deux mâchoires



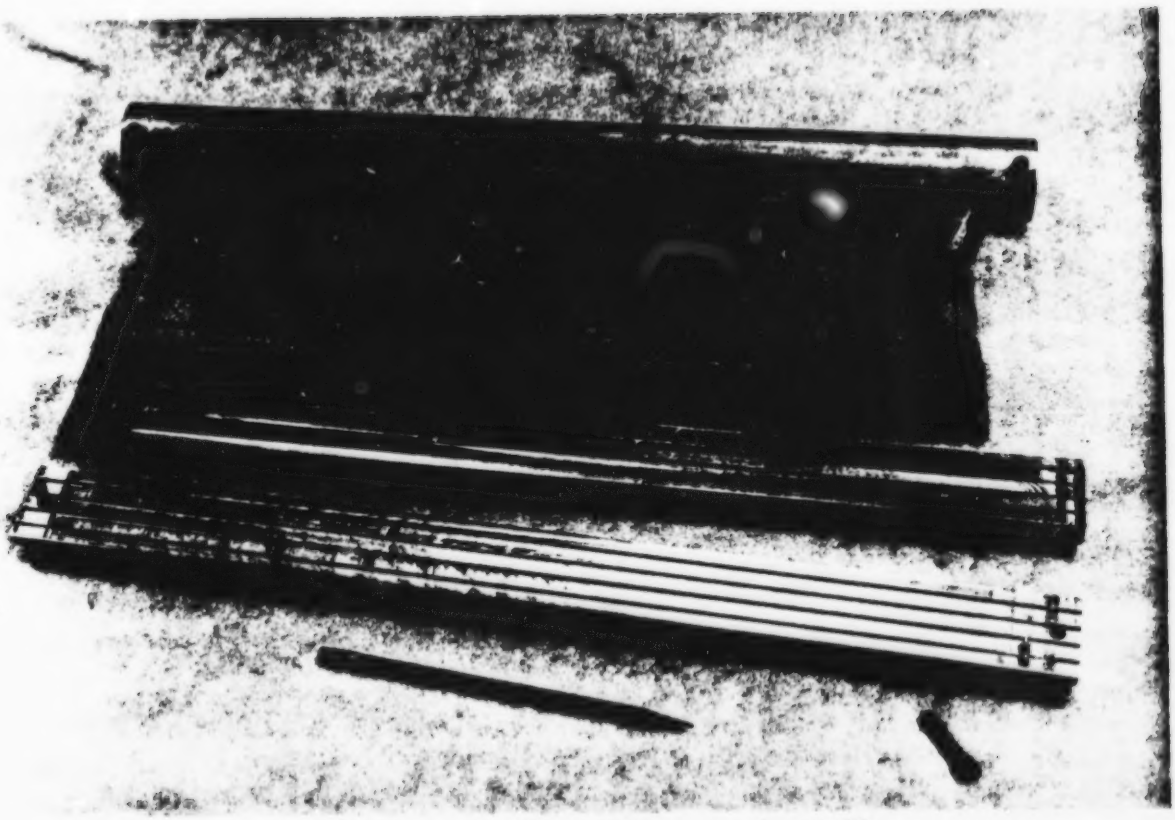
4. Coinçage des mors supérieurs



5. Mesure de rétrécissement



6. Chute brutale de résistance (Typar)



7. Démontage de l'ensemble mors-géotextile

Gouvernement du Québec
Ministère
des Transports